

## Projet de position de l'ASN sur les orientations de la phase générique du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe d'EDF (RP4-1300)

EDF a engagé en 2017 [1] le quatrième réexamen périodique de ses vingt réacteurs nucléaires de 1300 MWe. Conformément à l'article L. 593-18 du code de l'environnement, le réexamen périodique doit permettre de vérifier la conformité d'une installation aux règles qui lui sont applicables et d'actualiser l'appréciation des risques et inconvénients qu'elle présente pour les intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 de ce même code, à savoir la sécurité, la santé et la salubrité publiques et la protection de la nature et de l'environnement, en tenant compte notamment de l'état de l'installation, de l'expérience acquise au cours de l'exploitation, de l'évolution des connaissances et des règles applicables aux installations similaires.

En application de l'article L. 593-19 du code de l'environnement, EDF devra remettre à l'ASN et au ministre chargé de la sûreté nucléaire un rapport présentant les conclusions du réexamen périodique de chacun des réacteurs de 1300 MWe. Ce rapport inclura notamment les dispositions qu'EDF envisagera de prendre pour remédier aux anomalies constatées ou pour améliorer la protection des intérêts. Pour le réacteur n° 1 de la centrale nucléaire de Cattenom, et les réacteurs n° 1 et n° 2 de la centrale nucléaire de Paluel, qui sont les premiers soumis à cette obligation de quatrième réexamen périodique, le rapport devra être remis, au plus tard, le 26 octobre 2027.

Comme pour les réexamens périodiques précédents, afin de tirer parti du caractère standardisé de ses réacteurs, EDF prévoit d'effectuer ce réexamen périodique en deux temps :

- une phase de réexamen périodique dite « générique », qui porte sur les sujets communs à l'ensemble des réacteurs de 1300 MWe. Cette approche générique permet de mutualiser les études de la maîtrise du vieillissement, de l'obsolescence et de la conformité de l'installation, ainsi que les études de réévaluation et de conception des éventuelles modifications des installations ;
- une phase de réexamen périodique dite « spécifique », qui portera sur chaque réacteur individuellement, et qui s'échelonnera entre 2027 et 2035. Cette phase permet d'intégrer les caractéristiques particulières de l'installation et de son environnement, telles que, par exemple, le niveau des agressions naturelles à considérer et l'état de l'installation.

La phase de réexamen périodique dite « générique » débute par la définition des objectifs assignés à ce réexamen périodique. EDF a transmis à cet égard un « *dossier d'orientation du réexamen périodique* » [1] qui précise ses objectifs et sur lequel la position de l'ASN est décrite ci-après.

Cette première phase d'orientation permet de cadrer les travaux de la phase générique du réexamen périodique, au cours de laquelle EDF définira les contrôles des installations à réaliser, les dispositions à prendre pour remédier aux anomalies constatées, ainsi que celles pour améliorer la protection des intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement. L'ASN prendra alors position à la fin de cette phase générique sur l'atteinte des objectifs du réexamen périodique et pourra être amenée à demander de compléter les dispositions prévues.

Conformément à l'article R. 593-62 du code de l'environnement, l'obligation de réexamen périodique sera réputée satisfaite pour chaque réacteur lorsqu'EDF aura remis le rapport de conclusion de son réexamen périodique spécifique. Après l'analyse du rapport de conclusion du réexamen périodique de chaque réacteur, l'ASN adoptera, le cas échéant, les prescriptions techniques complémentaires qu'elle considérera nécessaires pour encadrer la poursuite de fonctionnement du réacteur concerné.

\*

\* \*

Le quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe s'inscrit dans un cadre particulier :

- l'hypothèse initiale prise en compte pour la conception de certains matériels et équipements des réacteurs était de quarante années d'exploitation. La prolongation de leur fonctionnement au-delà de cette période nécessite une actualisation des études de conception ou des remplacements de matériels ;
- le quatrième réexamen périodique est l'occasion d'achever l'intégration des modifications qui découlent des prescriptions de l'ASN émises à l'issue des études complémentaires de sûreté réalisées à la suite de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi ;
- EDF a indiqué en 2009, par les lettres en références [2] et [3], souhaiter « *étendre la durée de fonctionnement significativement au-delà de quarante ans et de maintenir ouverte l'option d'une durée de fonctionnement de 60 ans pour l'ensemble des réacteurs* ». Dans cette hypothèse, les réacteurs de 1300 MWe pourraient coexister durablement avec des réacteurs de troisième génération, de type EPR ou équivalent, dont la conception répond à des exigences de sûreté significativement renforcées. La réévaluation de leur sûreté doit donc être réalisée au regard de ces nouvelles exigences de sûreté, de l'état de l'art en matière de technologies nucléaires et de la durée de fonctionnement qu'EDF envisage. Aussi, les objectifs de sûreté à retenir pour le quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe doivent être définis au regard des objectifs applicables aux réacteurs de nouvelle génération. L'ASN a précisé à cet égard ses demandes et attentes dans sa lettre du 28 juin 2013 [4]. Cette approche est cohérente avec la directive 2014/87/Euratom du Conseil de l'Union européenne du 8 juillet 2014 [5]. De la même façon, les objectifs à assigner à ce quatrième réexamen périodique doivent intégrer ceux retenus pour le quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe.

L'ASN a sollicité le groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires sur les objectifs de ce quatrième réexamen périodique. Ce dernier lui a remis son avis [47] le 27 mai 2019.

\*  
\* \*

### Objectifs du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe

Afin d'engager la phase générique du réexamen périodique, EDF a précisé dans son « *dossier d'orientation du réexamen périodique* » [1] les objectifs qu'elle prévoit d'atteindre dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe. Il s'agit :

- en premier lieu, de « *la vérification de la conformité des installations aux exigences de sûreté applicables* » ;
- en second lieu, « *dans le cadre du processus d'amélioration continue de la sûreté [...] de tendre vers les objectifs de sûreté fixés pour les réacteurs de 3<sup>ème</sup> génération dont le réacteur de référence EDF est l'EPR-FLAMANVILLE 3* ».

Cet objectif conduit EDF :

- pour les accidents de dimensionnement, à « *viser des conséquences radiologiques inférieures au seuil de mise en œuvre de mesures de protection des populations* »,
- pour les agressions de dimensionnement, à « *ramener et maintenir en état sûr le réacteur pour des niveaux d'aléas réévalués à l'occasion du réexamen et intégrer les agressions dans l'évaluation du risque global de fusion du cœur* »,
- pour les accidents graves conduisant à une fusion du combustible dans le réacteur, à « *tendre vers des mesures de protection des populations limitées dans l'espace et dans le temps* »,
- pour les accidents survenant dans la piscine d'entreposage des assemblages de combustible, à « *rendre résiduel le risque de découverte des assemblages stockés en piscine* » ;

- en troisième lieu d'intégrer l'ensemble des dispositions du noyau dur qui ont été prescrites par l'ASN.

Le périmètre du réexamen périodique inclut également le réexamen périodique des inconvénients que peuvent présenter les réacteurs de 1300 MWe en fonctionnement normal.

Enfin, EDF précise que la définition des orientations « *est conduite en cohérence avec les orientations du quatrième réexamen périodique 900 (en prenant en compte les suites du GP Orientations)* », et que, d'une manière générale, les enseignements tirés de l'instruction de ce réexamen seront intégrés pour chacun des thèmes du réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe.

\*

Les objectifs généraux qu'EDF a retenus pour le quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe sont similaires à ceux retenus pour le quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe. En effet, depuis les orientations du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe, aucun événement notable conduisant à faire évoluer l'appréciation des risques n'est intervenu. Par conséquent, **l'ASN considère que les objectifs généraux qu'EDF s'est fixés sont acceptables. Toutefois, l'ASN considère que certains objectifs complémentaires doivent être explicitement intégrés au réexamen périodique.**

### Conformité

La conformité des installations aux règles qui leur sont applicables est indispensable à leur sûreté. La vérification de cette conformité doit en premier lieu s'effectuer en permanence sur les installations d'EDF. Elle doit également constituer un objectif fondamental des réexamens périodiques, au cours desquels un examen approfondi est réalisé (revue des programmes de maintenance, programme d'investigation complémentaire, revue de conception, essais spécifiques...). Cette conformité doit inclure la maîtrise au cours du temps du vieillissement et de l'obsolescence.

#### Périmètre de l'examen de conformité

L'ASN a indiqué à EDF, de façon générale pour la poursuite de fonctionnement au-delà des quatrième réexamens périodiques [4] et, de façon spécifique pour le quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe [6], « *qu'elle attend [qu'EDF lui fasse] des propositions notablement renforcées pour ce qui concerne l'étendue de l'examen de conformité de chaque réacteur en exploitation. Les vérifications [qu'EDF proposera], notamment [des] contrôles in situ, devront couvrir l'ensemble des exigences définies pour les éléments importants pour la protection (EIP)* ». À ce titre, des demandes de revues de conception, d'essais d'ensemble et de compléments de vérification *in situ* ont été formulées par l'ASN pour le quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe [6].

Le retour d'expérience de l'exploitation des réacteurs d'EDF confirme que les vérifications faites lors des précédents réexamens périodiques n'étaient pas suffisantes pour identifier certains écarts susceptibles de remettre en cause la protection des intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement. Des écarts, dont la nocivité est parfois sévère et qui existent depuis plusieurs années, voire depuis la construction des réacteurs, sont en effet régulièrement détectés.

**L'ASN considère que le programme de vérification de la conformité qu'EDF a transmis pour les réacteurs de 1300 MWe, qui est similaire à celui qui avait été transmis lors des orientations du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe, devra être complété, notamment quant**

au périmètre des contrôles effectués, aux essais d'ensemble à réaliser et aux revues de conception des systèmes, afin d'atteindre un objectif comparable à celui fixé par l'ASN pour les réacteurs de 900 MWe [6].

#### Traitement des écarts et des anomalies d'études

L'ASN a demandé à EDF de corriger au plus tard lors de la quatrième visite décennale de chaque réacteur de 900 MWe les écarts ayant un impact sur la sûreté qui auront été identifiés avant le début de leur visite décennale. Pour le quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe, la proposition d'EDF consiste en :

- la résorption, avant l'échéance des visites décennales, des écarts connus avant juillet 2017 ;
- l'analyse annuelle des nouveaux écarts qui pourraient être détectés et devraient être traités dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe ;
- la résorption, au plus tard dans le délai limite évalué selon la nocivité de l'écart, des écarts détectés lors du processus d'examen de conformité.

L'ASN considère que cette proposition est insuffisante, compte tenu que la conformité des installations doit constituer un objectif fondamental des réexamens périodiques.

**L'ASN demande à EDF de corriger, dès que possible et au plus tard lors de la quatrième visite décennale de chaque réacteur de 1300 MWe, les écarts ayant un impact sur la protection des intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement qui auront été identifiés avant le début de leur visite décennale. Les écarts détectés au cours de ladite visite décennale devront être corrigés dès que possible, en tenant compte de leur importance pour la protection des intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement.**

Par ailleurs, l'ASN rappelle à EDF que le périmètre de résorption des écarts doit être plus ambitieux que celui des seuls écarts dits « de conformité » définis dans le guide n° 21 de l'ASN [7] et concerner tous les écarts<sup>1</sup> au sens de l'arrêté en référence [8].

Enfin, l'ASN demande à EDF de résorber les éventuelles anomalies dans les études de la démonstration de sûreté susceptibles de conduire au non-respect des critères de sûreté, dès que possible et avant la remise du rapport de conclusion du réexamen périodique de chaque réacteur. Cette résorption tiendra compte des règles d'études et des critères de la démonstration de sûreté, correspondant aux situations considérées. **Dans le cas d'une détection tardive de telles anomalies, ne permettant pas une résorption avant la remise du rapport de conclusion du réexamen, l'ASN considère qu'EDF devra identifier dans ce rapport les dispositions qu'elle a prises ou qu'elle prévoit pour garantir le respect des critères de sûreté avec application des règles d'étude de la situation concernée.**

#### **Réévaluation du niveau de sûreté**

Les objectifs de sûreté doivent pouvoir être atteints quelles que soient les gestions de combustible mises en œuvre. L'ASN note en particulier qu'EDF prévoit de pouvoir utiliser des assemblages à base d'uranium naturel

---

<sup>1</sup> L'ASN rappelle que l'arrêté en référence [8] porte une définition de la notion d'écart plus large que celle retenue par EDF dans son système de gestion intégrée.

enrichi ou de retraitement enrichi et que, sans que cela n'apparaisse explicitement dans le dossier d'orientation d'EDF, EDF a indiqué à l'ASN qu'elle étudiait l'introduction de combustibles dits « MOX » à base d'oxyde de plutonium.

### Prévention des incidents et des accidents

De façon générale, l'ASN demande à EDF, au titre de la défense en profondeur, d'intégrer explicitement l'objectif de rechercher des dispositions permettant d'améliorer la prévention des situations d'incident et d'accident, notamment par la réévaluation de la maîtrise des activités d'exploitation et par la recherche de dispositions à fort impact en termes de prévention des accidents graves. À cette fin, l'ASN demande à EDF de transmettre un programme d'étude au plus tard en mars 2020.

### Limitation des conséquences radiologiques des accidents

Lors de l'examen du programme proposé par EDF pour la poursuite du fonctionnement des réacteurs au-delà de leur quatrième réexamen périodique, l'ASN avait indiqué [4] que « la fixation d'objectifs radiologiques quantitatifs ne doit pas conduire EDF à porter un jugement absolu sur l'acceptabilité des conséquences radiologiques des accidents pris en compte et qu'EDF doit s'inscrire dans une démarche de réduction, autant que raisonnablement possible, des conséquences radiologiques à chaque réexamen de sûreté ». Ainsi l'ASN considère qu'EDF doit compléter ses objectifs afin que figure un objectif portant sur la réduction autant que raisonnablement possible des conséquences radiologiques à court, moyen et long termes des accidents étudiés dans le rapport de sûreté (y compris celles qui résulteraient d'agressions internes ou externes).

### Dispositions prévues à l'égard des agressions

Dans le cadre de la démonstration déterministe attendue à l'égard des agressions naturelles, l'ASN demande à EDF d'intégrer comme objectif du réexamen périodique, conformément aux niveaux de référence « T4 » et « T6 »<sup>2</sup> de l'association des responsables d'autorité de sûreté nucléaire des pays d'Europe de l'Ouest WENRA [9], la vérification d'absence d'effet falaise pour des agressions naturelles correspondant à une valeur cible de fréquence annuelle de dépassement inférieure à  $10^{-4}$ /an, ou, lorsqu'il n'est pas possible de calculer les probabilités associées aux agressions d'origine naturelle avec un degré de confiance acceptable, pour des événements choisis et justifiés en visant un objectif équivalent.

L'ASN considère que la réalisation d'études probabilistes de sûreté associées aux agressions constitue une avancée en matière de sûreté, dans la mesure où celles-ci apportent un éclairage complémentaire à l'approche déterministe retenue jusqu'alors. Toutefois, l'ASN ne considère pas pertinent d'« intégrer les agressions dans

---

<sup>2</sup> Il s'agit notamment :

- du niveau T4.2 : « Les fréquences de dépassement annuelles par installation des événements du domaine de conception de référence sont suffisamment faibles pour assurer un degré élevé de protection à l'égard des agressions d'origine naturelle. Une valeur cible de fréquence annuelle de dépassement ne dépassant pas  $10^{-4}$ /an est utilisée pour chaque événement du domaine de conception de référence. Lorsqu'il n'est pas possible de calculer les probabilités associées aux agressions d'origine naturelle avec un degré de confiance acceptable, un événement est choisi et justifié en visant un objectif équivalent à celui qui doit être visé en application de l'alinéa précédent. [...] » ;
- et du niveau T6.3 : « En ce qui concerne le domaine de conception étendu, l'évaluation des effets associés aux agressions d'origine naturelle et l'identification d'améliorations raisonnablement réalisables correspondantes doivent, dans la mesure du possible : (a) démontrer la présence de marges suffisantes pour éviter les "effets falaise" qui entraîneraient la perte d'une fonction fondamentale de sûreté ; [...] ».

*l'évaluation du risque global de fusion du cœur (cible tendant vers celle des nouveaux réacteurs) ». En effet la comparaison directe des valeurs de probabilité de fusion du cœur ou de découvrément des assemblages de combustible en piscine associées, d'une part aux agressions, et, d'autres part aux dysfonctionnements d'équipements (usuellement appelés « événements internes »), paraît peu fondée dans la mesure où les méthodes de calcul de ces probabilités ne prennent pas en compte des phénomènes comparables (probabilités de défaillances d'équipements fondées sur le retour d'expérience, évaluation de sévérité de certaines agressions sur la base d'observations suivies de modélisations permettant de définir des aléas plus sévères, modélisation de certains phénomènes physiques associés aux effets d'un incendie, etc.).*

En revanche, les évaluations probabilistes associées à un type d'agression donné sont utiles pour définir d'éventuelles améliorations de l'installation, permettant de réduire les risques relatifs à cette agression.

**Aussi, l'ASN considère nécessaire d'identifier, à partir des études probabilistes associées aux agressions et, lorsque cela est pertinent, des dispositions visant à réduire le risque de fusion du cœur ou de découvrément des assemblages de combustible en piscine d'entreposage.**

#### *Dispositions prévues pour la sûreté de l'entreposage des assemblages de combustible en piscine*

**Pour les situations accidentelles susceptibles de survenir dans la piscine d'entreposage des assemblages de combustible, y compris celles qui seraient induites par des agressions, l'ASN demande à EDF de retenir comme objectif l'absence de découvrément des assemblages, et de ramener à terme et de maintenir durablement l'installation dans un état correspondant à une absence d'ébullition de l'eau de la piscine.**

#### *Dispositions prévues à l'égard des situations de rejets importants*

De la même façon que pour les réacteurs de 900 MWe, l'ASN rappelle que le réexamen périodique doit permettre de vérifier que les dispositions prévues répondent aux exigences de l'article 3.9<sup>3</sup> de l'arrêté [8] pour les scénarios conduisant à des rejets importants dont la cinétique ne permet pas la mise en œuvre à temps des mesures nécessaires de protection des populations. **L'ASN demande à EDF de préciser dans le cadre de ce réexamen périodique les situations qui relèvent de cet article et les dispositions mises en œuvre pour y répondre.**

Les accidents conduisant à des rejets importants mais différés sont susceptibles d'avoir des conséquences notables sur l'environnement et les personnes. Pour ces situations, EDF doit privilégier une démarche de défense en profondeur et rechercher, lorsque cela est pertinent, des dispositions pour limiter leurs conséquences, en complément de dispositions pour les prévenir.

Dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe, des demandes ciblées avaient été formulées par l'ASN à EDF en ce sens (examen de l'intérêt d'enceintes géotechniques en cas de percement du radier et améliorations du filtre dit « U5 »). L'ASN considère que cette recherche de dispositions doit être élargie à l'ensemble des situations susceptibles de conduire à des rejets importants et différés **et qu'il convient d'inclure de façon explicite un objectif de rendre extrêmement improbables les situations de rejets**

---

<sup>3</sup> Article 3.9 de l'arrêté [8] : « La démonstration de sûreté nucléaire doit justifier que les accidents susceptibles de conduire à des rejets importants de matières dangereuses ou à des effets dangereux hors du site avec une cinétique qui ne permettrait pas la mise en œuvre à temps des mesures nécessaires de protection des populations sont impossibles physiquement ou, si cette impossibilité physique ne peut être démontrée, que les dispositions mises en œuvre sur ou pour l'installation permettent de rendre ces accidents extrêmement improbables avec un haut degré de confiance. »

importants différés, et d'examiner des dispositions permettant de limiter ces rejets ou leurs conséquences.

Pour chacune de ces deux types de situations, EDF transmettra son programme d'étude au plus tard en mars 2020.

### **Réévaluation des inconvénients que présentent les installations en fonctionnement normal**

Pour les inconvénients que présentent les installations en fonctionnement normal, EDF a choisi de formaliser les orientations des réexamens périodiques successifs dans un document appelé « *dossier d'orientation des réexamens inconvénients* » applicable à l'ensemble de ses réacteurs [10].

L'ASN considère que le programme d'étude prévu pour le quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe doit être complété, en particulier en ce qui concerne le programme de contrôle de la conformité, l'analyse des performances des installations et des activités par rapport aux meilleures techniques disponibles et la mise à jour des études d'impact.

### **Maîtrise des activités d'exploitation et facteurs organisationnels et humains**

EDF s'est fixé comme objectif de mettre en œuvre une démarche systématique de prise en compte des facteurs organisationnels et humains dans les réexamens périodiques, en identifiant d'une part des domaines devant faire l'objet d'améliorations, et en analysant d'autre part les impacts organisationnels et humains des modifications programmées.

Toutefois EDF a uniquement prévu de transmettre à l'ASN une présentation de l'organisation de son projet relatif au quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe en matière de facteurs organisationnels et humains, ainsi que les conclusions de la revue des effets unitaires et cumulés des modifications programmées et leurs impacts organisationnels et humains potentiels. L'ASN considère que cette présentation n'est pas suffisante pour répondre de manière satisfaisante à l'objectif qu'EDF s'est fixé.

**En conséquence, l'ASN demande à EDF de réexaminer les facteurs organisationnels et humains qui participent à la maîtrise des risques en évaluant la capacité des systèmes sociotechniques complexes associés à ses installations nucléaires à faire face à la diversité des situations réelles d'exploitation.**

\*  
\* \*

### **Etat des connaissances à intégrer au réexamen périodique**

EDF indique dans son dossier d'orientation [1] que sa démarche « *repose sur la prise en compte : des enseignements tirés du retour d'expérience français et étranger, des résultats de la R&D et des avancées permises par l'amélioration de connaissances et des technologies [...]* ».

\*

L'ASN a rédigé, conjointement avec l'IRSN, un guide [11] paru en 2017 portant sur les exigences de conception des réacteurs à eau sous pression. Il traite pour l'essentiel de la prévention des incidents et des accidents de nature radiologique et de la limitation de leurs conséquences. Si ce guide a pour champ d'application premier la conception de nouveaux réacteurs, il précise dans son introduction que ses recommandations peuvent également être utilisées, à titre de référence, pour la recherche d'améliorations à apporter aux réacteurs existants, en particulier à l'occasion de leurs réexamens périodiques.

**Ainsi, l'ASN demande à EDF de préciser au plus tard en mars 2020 les recommandations du guide qu'elle ne retient pas, en le justifiant.**

De la même façon, l'AIEA a publié, depuis le réexamen périodique précédent, des guides portant sur la sûreté des réacteurs électronucléaires. **L'ASN demande à EDF d'indiquer au plus tard en mars 2020, en justifiant ses choix, les recommandations de ces guides qu'elle retient dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe.**

Concernant le combustible, EDF a défini de nouvelles exigences et de nouveaux critères relatifs à la démonstration de sûreté. **L'ASN considère que les nouveaux critères définis à l'issue de la réunion du groupe permanent d'experts pour les réacteurs du 15 juin 2017 [45] sont applicables au réexamen périodique et doivent être intégralement pris en compte dans les études d'accident de dimensionnement et du domaine complémentaire. EDF intégrera également aux études de ce réexamen les réponses aux demandes de l'ASN [45].**

Des évolutions de référentiels internationaux sont attendues dans les années à venir. À cet égard, l'ASN demande à EDF, **dans les six mois suivant la mise à jour des niveaux de référence de l'association WENRA associés aux agressions internes et externes (niveaux dits « TU » et « SV ») et à la gestion du vieillissement des installations (niveau dit « I ») prévue à l'horizon de 2020 ou 2021, de vérifier que ses installations sont conformes à ces exigences et, le cas échéant, de proposer un cadre de traitement des exigences qui ne seraient pas satisfaites.**

Par ailleurs, des résultats de recherche pourraient permettre des améliorations notables de la sûreté des installations, comme, par exemple, des dispositions de limitation des conséquences d'un accident de fusion en piscine d'entreposage du combustible. **L'ASN demande à EDF de préciser pour fin 2022 les évolutions de l'état des connaissances issues de la recherche et développement qu'elle intégrera à ses études.**

Enfin, compte tenu du fait que les réexamens spécifiques de chaque réacteur de 1300 MWe s'étendront jusqu'en 2035, l'ASN demande à EDF de vérifier, lors de la remise du rapport de conclusion du réexamen périodique de chaque réacteur, que l'état des connaissances sur lequel est fondé le réexamen périodique reste pertinent, au regard des évolutions majeures des connaissances et du retour d'expérience. Dans le cas contraire, EDF devra présenter dans son rapport les dispositions qu'elle a prises ou qu'elle prévoit pour intégrer ces évolutions.

\*  
\* \*

### Périmètre des études et des contrôles

Le dossier d'orientation d'EDF [1] présente, par thématique, le contour général des études et contrôles qu'EDF envisage afin de répondre à ces objectifs.

Ainsi, la démarche d'EDF relative à la vérification de la conformité de ses installations s'appuie sur les éléments suivants :



- un examen de conformité des tranches (ECOT) ;
- un programme d'investigations complémentaires (PIC) ;
- la réalisation d'essais d'ensemble après réalisation des modifications ;
- un processus de maîtrise du vieillissement et de l'obsolescence, incluant les aspects associés aux cuves et aux enceintes de confinement ;
- un processus de maintien de la qualification des matériels ;
- la mise à jour des dossiers de référence réglementaires prévus par l'arrêté [48] et des dossiers génériques liés à ce processus ;
- une mise à jour des dossiers mécaniques des structures internes de la cuve des réacteurs ;
- un processus général de maîtrise de la conformité.

Les études associées à la réévaluation de sûreté concernent :

- la reprise des études relatives aux accidents ne conduisant pas à la fusion du cœur (accidents dits de dimensionnement et du domaine complémentaire et études justificatives particulières) ;
- la prévention et la mitigation des accidents graves ;
- la réévaluation de la sûreté de l'entreposage du combustible en piscine d'entreposage ;
- l'évaluation des dispositions de prévention des risques liés aux agressions, incluant les agressions extrêmes ;
- le développement des études probabilistes de sûreté, incluant les agressions internes et externes ;
- la réévaluation des dispositions du domaine complémentaire ;
- les aspects organisationnels et humains ;
- la mise à jour de la démonstration relative aux risques conventionnels.

La démarche d'EDF relative au réexamen périodique des inconvénients s'appuie sur son « *dossier d'orientation inconvénients* » générique [10] concernant l'ensemble de ses réacteurs.

Enfin EDF prévoit d'intégrer aux rapports de conclusion de réexamen périodique, une synthèse des modifications du plan de démantèlement qu'elle projette d'élaborer, au regard notamment des évolutions techniques et réglementaires, du retour d'expérience, et des modifications matérielles importantes. **L'ASN rappelle que l'article 8.3.1 de l'arrêté [8] dispose que le plan de démantèlement est mis à jour à chaque remise de rapport de conclusion de réexamen.**

\*

Les thèmes qu'EDF a retenus pour le programme du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe concernant la vérification de la conformité et la réévaluation de sûreté n'appellent pas de remarque dans leur principe. Toutefois, les thèmes suivants mériteraient d'être abordés spécifiquement :

- la troisième barrière de confinement ;
- la distribution électrique ;
- la fonction associée à la recirculation de l'eau, notamment en cas de brèche sur le circuit primaire.

En outre, l'ASN demande à EDF de présenter des synthèses sur la maîtrise des trois fonctions fondamentales de sûreté que sont le contrôle de la réactivité, l'évacuation de la puissance et le confinement.

**Pour l'ensemble de ces thèmes, l'ASN demande à EDF de proposer, au plus tard en mars 2020, un programme d'étude.**

Par ailleurs, le Haut comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire (HCTISN) a mené entre septembre 2018 et mars 2019 une concertation sur l'amélioration de la sûreté des réacteurs de 900 MWe dans le cadre de leur quatrième réexamen périodique. L'ASN demande à EDF de **lui transmettre, au plus tard en mars 2020, les actions envisagées dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe, sur l'ensemble des thématiques soulevées dans le bilan de cette concertation [46].**

\*

Les conclusions relatives à l'atteinte des objectifs du réexamen périodique sont fortement liées aux hypothèses spécifiques qu'EDF retiendra dans ses études (valeurs spécifiques de certaines données, phénomènes modélisés, prise en compte de façon forfaitaire de pénalités...). Dans son dossier d'orientation [1], EDF a précisé certaines des hypothèses qu'elle retiendra dans ses études, tout en rappelant, pour la plupart d'entre elles, qu'elle intégrera « *les conclusions de l'instruction [...] en cours dans le cadre de la VD4 900* ». Les études devront également intégrer les conclusions relatives au troisième réexamen des réacteurs de 1300 MWe ainsi que celles relatives au deuxième réexamen périodique des réacteurs de 1450 MWe.

L'ASN considère que la plupart des demandes qu'elle a formulées dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe [6] s'appliquent à ce réexamen périodique : **les demandes applicables sont reprises en annexe 1 en intégrant les spécificités des réacteurs de 1300 MWe. En s'appuyant sur les instructions en cours pour les réacteurs de 900 MWe, l'ASN a précisé certaines de ces demandes, et a intégré des demandes de compléments sur le dossier d'orientation [1] qu'EDF a transmis.**

\*

\* \*

### **Processus à mettre en œuvre dans le cadre du réexamen périodique**

L'ASN note le caractère ambitieux du réexamen périodique, qui reprend notamment les objectifs qui ont été fixés au quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe. L'ASN appelle toutefois l'attention d'EDF sur les actions nécessaires pour parvenir à un déroulement efficace de ce réexamen périodique.

En effet, le volume important des actions qui apparaissent nécessaires pour la maîtrise de la conformité et la prise en compte des conclusions des études de réévaluation ainsi que les modifications des installations associées nécessitent la mise en place d'une stratégie industrielle ambitieuse et robuste.

À cet égard, le séquençage retenu pour le quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe entre les phases d'études, la définition détaillée des modifications issues de ces études et l'instruction par l'ASN et son appui technique, l'IRSN, rend complexe l'intégration par EDF des demandes issues de l'instruction de l'ASN.

Aussi, afin d'être en mesure de réaliser ce quatrième réexamen périodique dans les conditions les plus favorables, **l'ASN demande à EDF de transmettre au plus tard en mars 2020 un calendrier global actualisé de remise des différents livrables (incluant les études demandées en annexe 1) et de mise en œuvre, en veillant à ce qu'il intègre des délais d'instruction suffisants et définisse des dates limites de transmission des livrables. L'ASN attire également l'attention d'EDF sur l'importance :**

- de respecter les délais prévus de transmission à l'ASN des différents livrables. Le respect des délais de transmission des documents est un élément essentiel pour la réussite de l'ensemble du processus ;
- de transmettre au plus tôt les éléments relatifs aux hypothèses des études engagées. Ceci s'applique en particulier aux nouvelles méthodes qu'EDF envisage d'utiliser. À titre d'exemple, EDF a prévu de transmettre les notes d'études d'accidents fin 2021 mais ne prévoit pas, en amont, l'envoi des données et hypothèses prévues pour ces études ;
- de présenter à l'ASN au cours des instructions techniques les raisons ayant conduit EDF à sélectionner les modifications retenues ainsi que celles qui ont conduit EDF à en écarter d'autres ;
- de transmettre le détail des modifications projetées dans des délais suffisants pour que ces modifications aient fait l'objet, aux étapes appropriées de leur définition, d'un examen par l'ASN permettant de s'assurer de leur caractère suffisant au regard des objectifs du réexamen périodique.

L'ASN considère que le respect des principes précédents est nécessaire à la réussite de ce quatrième réexamen périodique.

\*

À l'issue de l'examen du programme d'EDF, l'ASN considère que les orientations qu'EDF a proposées pour mener le réexamen périodique associé aux quatrièmes visites décennales des réacteurs de 1300 MWe peuvent être mises en œuvre sous réserve de la prise en compte des demandes de la présente note.

## Demandes portant sur les méthodes ou hypothèses spécifiques retenues dans les études du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe

<b>A.</b>	<b>Appréciation de l'état des installations.....</b>	<b>14</b>
A.1.	Examen de conformité des tranches.....	14
A.2.	Anomalies détectées .....	15
A.3.	Revue de conception des systèmes .....	15
A.4.	Essais particuliers.....	15
A.5.	Programme d'investigations complémentaires.....	15
A.6.	Maîtrise du vieillissement et de l'obsolescence.....	16
A.7.	Tenue en service des cuves.....	17
A.8.	Mise à jour des dossiers de référence réglementaires .....	17
A.9.	Maintien de la qualification .....	17
<b>B.</b>	<b>Réévaluation de la sûreté.....</b>	<b>19</b>
B.1.	Études des accidents sans fusion du cœur.....	19
B.1.1.	Délais opérateurs et situations accidentelles considérées pour le réacteur EPR.....	19
B.1.2.	Cumul d'un manque de tension externe avec les études de dimensionnement de catégories 2 et 3 .....	20
B.1.3.	Exigence de résistance au séisme pour les équipements valorisés en phase long terme des conditions de fonctionnement de dimensionnement de catégorie 4 .....	20
B.1.4.	Dilution inhérente à l'accident de perte de réfrigérant primaire.....	20
B.1.5.	Maîtrise de la réactivité dans les états d'arrêt à chaud .....	21
B.1.6.	Intégrité du réservoir de décharge du pressuriseur.....	21
B.1.7.	Prise en compte de l'état prévisible du combustible.....	22
B.1.8.	Etude de l'accident de rupture de tuyauterie vapeur.....	23
B.1.9.	Accident de dilution homogène.....	23
B.1.10.	Éjection de grappe.....	25
B.2.	Conception des systèmes.....	25
B.2.1.	Risques iode.....	25
B.2.2.	Gestion des combustibles usés .....	26
B.2.3.	Fonction de recirculation.....	26
B.2.4.	Thématiques complémentaires .....	26
B.3.	Domaine complémentaire .....	27
B.4.	Accidents avec fusion du cœur.....	28
B.5.	Maîtrise des agressions.....	29
B.5.1.	Démarche générale.....	29
B.5.2.	Chute de charge et collision.....	31
B.5.3.	Incendie.....	32
B.5.4.	Chute accidentelle d'aéronef.....	33
B.5.5.	Explosion.....	34
B.5.6.	Inondation interne .....	34
B.5.7.	Inondation externe.....	35
B.5.8.	Perte de la source froide.....	35
B.5.9.	Risques associés aux « grands chauds » .....	36
B.5.10.	Autres agressions.....	37
B.6.	Maîtrise des assemblages de combustible dans la piscine d'entreposage .....	37
B.7.	Sûreté des bâtiments annexes de conditionnement et de traitement des effluents.....	38
B.8.	Limitation des conséquences radiologiques.....	39

B.9.	Évaluations probabilistes de sûreté associées aux événements internes et aux agressions.....	40
<b>B.9.1.</b>	<b>EPS relatives aux évènements internes de niveau 1 (EPS1)</b> .....	41
<b>B.9.2.</b>	<b>EPS relatives aux événements internes de niveau 2 (EPS2)</b> .....	42
<b>B.9.3.</b>	<b>Évaluations probabilistes de sûreté associées aux agressions</b> .....	42
B.10.	Noyau dur.....	43
B.11.	Risques non radiologiques .....	43
B.12.	Maîtrise des activités d'exploitation et facteurs organisationnels et humains.....	44
B.13.	Actes de malveillance.....	44
B.14.	Réévaluation des inconvénients .....	45

PROJET

Les demandes de l'ASN formulées pour les réacteurs de 1300 MWe dans la présente annexe sont, en bonne partie, similaires à celles formulées lors de sa prise de position sur les orientations du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900MWe [6]. Les demandes intitulées « CONF » ou « SUR » dans le courrier [6] sont repérées [900MWe-CONF ou SUR] dans la suite de la présente annexe. Les ajouts ou modifications par rapport au courrier [6] sont figurés *en italique*.

## **A. Appréciation de l'état des installations**

### ***A.1. Examen de conformité des tranches***

Le périmètre et les contrôles prévus pour le quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe présentés dans votre dossier d'orientation ne répondent pas aux demandes formulées par l'ASN dans le cadre de l'instruction de la poursuite du fonctionnement des réacteurs au-delà de 40 ans [4] et des orientations du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe.

Par ailleurs, les vérifications de la conformité de vos installations à l'égard des inconvénients en fonctionnement normal et des risques non radiologiques qu'elles présentent apparaissent souvent trop restrictives : elles excluent, par exemple, a priori, les matériels concourant au traitement des effluents et à la surveillance de l'environnement. À cet égard, l'ASN considère que les vérifications d'EDF devront notamment s'intéresser aux équipements qui ont conduit à des événements significatifs sur vos installations ces dernières années, comme les rétentions et les canalisations enterrées. Il est également attendu d'un réexamen périodique des contrôles supplémentaires *in situ* des matériels.

**Demande n° 1 [900MWe-CONF1] : L'ASN vous demande d'étendre le périmètre et les contrôles que vous proposez en matière de vérification de la conformité des installations.**

***Ainsi, à l'instar de vos engagements pris dans le cadre du quatrième réexamen des réacteurs de 900 MWe, votre démarche de contrôle par des équipes pluridisciplinaires devra être également appliquée aux EIP des réacteurs de 1300 MWe. Dans ce cadre, vous veillerez à prendre en compte l'expérience des contrôles effectués sur les réacteurs de 900 MWe, tant en ce qui concerne les aspects méthodologiques que la capitalisation des résultats.***

***Vous explicitez les modalités de vérification des exigences définies pour les systèmes, structures et composants difficilement accessibles.***

***Vous fournirez au plus tard en mars 2020 le programme d'étude ainsi défini.***

Les écarts détectés sur vos réacteurs de 1300 MWe en amont de leur réexamen devront être corrigés au plus tôt et conformément à la demande suivante :

**Demande n° 2 [900MWe-CONF2] : L'ASN vous demande de renforcer votre organisation afin d'être en mesure de corriger au plus tôt, et au plus tard lors de la quatrième visite décennale de chaque réacteur de 1300 MWe, les écarts<sup>4</sup> ayant un impact sur la protection des intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement qui auront été identifiés avant le début de chaque visite décennale. Les écarts détectés au cours de ladite visite décennale seront corrigés dès que possible, en tenant compte de leur importance pour la protection des intérêts mentionnés au L. 593-1 du code de l'environnement.**

---

<sup>4</sup> L'ASN rappelle que l'arrêté en référence [8] porte une définition de la notion d'« écart » plus large que celle retenue par EDF dans son système de gestion intégrée.

## **A.2. Anomalies détectées**

Les anomalies détectées dans les études utilisées en support à la démonstration de sûreté de vos réacteurs sont susceptibles de conduire au non-respect des critères de sûreté.

**Demande n° 3 [900MWe-CONF3] :** *L'ASN vous demande de résorber les éventuelles anomalies dans les études de la démonstration de sûreté susceptibles de conduire au non-respect des critères de sûreté, dès que possible et avant la remise du rapport de conclusion du réexamen périodique de chaque réacteur. Cette résorption tiendra compte des règles d'études et des critères de la démonstration de sûreté, correspondant aux situations considérées. Dans le cas de la détection tardive de telles anomalies, ne permettant pas une résorption avant la remise du rapport de conclusion du réexamen, l'ASN considère que vous devrez identifier dans ce rapport les dispositions que vous avez prises ou que vous prévoyez pour garantir le respect des critères de sûreté avec application des règles d'étude de la situation concernée.*

## **A.3. Revue de conception des systèmes**

Vous prévoyez d'identifier les systèmes importants pour la sûreté devant faire l'objet d'une revue de conception. L'ASN considère que ces revues de conception doivent intégrer la revue des notes d'études élaborées pour la conception des réacteurs.

**Demande n° 4 [900MWe-CONF4]:** *L'ASN vous demande de proposer au plus tard en mars 2020 un programme détaillé de revues de conception des systèmes, associées à des vérifications *in situ* de conformité des matériels installés. Ce programme intégrera notamment les alimentations électriques et les ventilations.*

## **A.4. Essais particuliers**

À ce stade, vous ne prévoyez que des essais à l'issue d'importantes modifications et vous n'avez pas proposé d'essais de requalification d'ensemble complémentaires à réaliser dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe. Par ailleurs, vous avez indiqué que « *la liste des essais décennaux sera transmise à l'échéance de début 2025 [mars 2025]* ». Cette échéance ne paraît pas compatible avec une instruction devant aboutir en amont de la visite décennale du réacteur dit « tête de série » prévue en 2026.

**Demande n° 5 [900MWe-CONF5] :** *L'ASN vous demande de préciser votre proposition d'essais complémentaires visant à vérifier le comportement fonctionnel d'ensemble des EIP vis-à-vis de leurs exigences définies et au regard des principales fonctions de sûreté. Vous préciserez et justifierez les essais qui seront à réaliser sur chaque réacteur et ceux qui pourront n'être effectués que sur un réacteur dit « tête de série » représentatif en termes de résultats attendus.*

*Vous fournirez au plus tard en mars 2020 le programme d'étude relatif aux essais envisagés à l'issue de l'intégration de modifications majeures, ainsi que ceux relatifs aux essais d'ensemble envisagés par ailleurs. La description des essais devra être transmise avant mi-2024 pour les essais qui ne sont pas associés à des modifications majeures de l'installation lors de la visite décennale et avant mi-2025 pour les essais associés à des modifications majeures de l'installation lors de la visite décennale.*

## **A.5. Programme d'investigations complémentaires**

L'instruction du programme d'investigations complémentaires (PIC) du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe est en cours.

***Demande n° 6 : L'ASN vous demande d'intégrer les conclusions de l'instruction réalisée dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe dans la définition du PIC des réacteurs de 1300 MWe, que vous prévoyez de transmettre en 2021.***

Par ailleurs, il convient de procéder sur les circuits primaire et secondaires principaux à des examens de zones concernées par la fatigue et de zones non visitées habituellement.

***Demande n° 7 [900MWe-CONF13] : L'ASN vous demande, dans le cadre de votre PIC, de vérifier le bon état de parties du réacteur non habituellement inspectées, en prévoyant un taux de sondage significatif sur les zones concernées par la fissuration par fatigue et sur les viroles porte-tubulures des cuves, tout en renforçant par ailleurs les contrôles aléatoires sur les zones où aucune dégradation n'est redoutée.***

#### ***A.6. Maîtrise du vieillissement et de l'obsolescence***

Votre démarche de maîtrise du vieillissement et de l'obsolescence s'appuie sur une approche identique quel que soit le type de réacteur à partir de leur troisième visite décennale. Après près de dix ans d'application, dans la perspective du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe, cette approche a fait l'objet en mars 2018 d'avis des groupes permanents d'experts pour les réacteurs et pour les équipements sous pression nucléaires.

***Demande n° 8 : L'ASN vous demande d'intégrer à votre programme de maîtrise du vieillissement et de l'obsolescence pour les réacteurs de 1300 MWe, l'ensemble des suites données aux avis des groupes permanents d'experts de mars 2018. Pour le cas spécifique des enceintes de confinement, l'ASN vous demande que :***

- les programmes de maintenance des enceintes de confinement comprennent des mesures permettant de garantir l'absence de stagnation d'eau, de débris, de mousses ou d'autres végétations au niveau des ceintures toriques et des dômes de ces enceintes ;***
- un mode d'investigation non destructive appropriée de l'état des câbles dans cette zone soit recherché pour compléter la surveillance visuelle, l'auscultation périodique et l'analyse globale faite sur la base des épreuves d'enceinte ;***
- dans le cadre des observations in situ réalisées pour détecter d'éventuelles réactions de gonflement interne du béton, des critères et des seuils soient définis dans le dossier d'aptitude à la poursuite d'exploitation (DAPE) afin de juger du caractère acceptable des phénomènes constatés, au regard des exigences que les structures de génie civil doivent remplir (résistance, stabilité, confinement).***

***Vous fournirez au plus tard en mars 2020 votre programme de maîtrise du vieillissement et de l'obsolescence ainsi actualisé.***

Par ailleurs, l'ASN vous demande d'indiquer les évolutions éventuelles apportées aux réponses aux demandes formulées en 2016 par l'ASN dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe, portant sur l'obsolescence des composants de distribution électrique.

***Demande n° 9 [900MWe-CONF10] : L'ASN vous demande d'actualiser et de décliner au plus tard en mars 2020, en prenant en compte les éventuelles particularités associées aux réacteurs de 1300 MWe, les réponses formulées aux demandes suivantes formulées par l'ASN dans le cadre des orientations du quatrième réexamen des réacteurs de 900 MWe :***

- identifier les composants de distribution électrique à fort risque d'obsolescence technologique ;***
- présenter le calendrier de remplacement associé pour faire face à ce risque.***



### **A.7. Tenue en service des cuves**

La justification de la résistance mécanique des cuves des réacteurs de 1300 MWe a fait l'objet d'un avis du groupe permanent d'experts pour les équipements sous pression nucléaires (GP ESPN) du 24 septembre 2015. À la suite de cette réunion, l'ASN a formulé des demandes [12], auxquelles vous avez apporté des éléments de réponse.

L'ASN instruit actuellement le cas des cuves des réacteurs de 900 MWe. L'ASN appelle votre attention sur le fait que des demandes issues de cette instruction pourront impacter les réacteurs de 1300 MWe et devront être prises en compte dans votre dossier de justification de la résistance mécanique.

Dans votre dossier d'orientation du réexamen [1], vous mentionnez que la valorisation de l'effet du préchargement à chaud est « envisagée sur le palier 1300 MWe, pour les transitoires les plus sévères et en complément de l'approche conventionnelle ». Vous aviez indiqué jusqu'à présent que vous pouviez vous affranchir de cette méthode pour les cuves des réacteurs de 1300 MWe.

***Demande n° 10 : L'ASN vous demande de clarifier, au plus tard en mars 2020, votre position vis-à-vis de la valorisation de l'effet du préchargement à chaud dans le cadre de la justification de la résistance mécanique de la cuve des réacteurs de 1300 MWe pour leur quatrième réexamen périodique.***

### **A.8. Mise à jour des dossiers de référence réglementaires**

Vous envisagez [1] la mise à jour des dossiers de référence selon trois étapes :

- étape 1 : analyse de l'impact des nouvelles hypothèses. Cette étape permet d'identifier les transitoires à réexaminer après une analyse des impacts des données d'entrée correspondant au quatrième réexamen périodique ;
- étape 2 : mise à jour des données d'entrée des études mécaniques. Cette étape consiste à mettre à jour les chargements thermohydrauliques et mécaniques qui seront nécessaires à la réalisation des études mécaniques, en particulier, la mise à jour du dossier des situations (DDS) et du dossier de protection contre les surpressions (DPS) ;
- étape 3 : mise à jour des dossiers mécaniques. Cette étape consiste à réaliser les études mécaniques et à mettre à jour les dossiers d'analyse du comportement (DAC) et les dossiers de rupture brutale (DRB).

Le calendrier présenté ne précise pas le cadencement de ces étapes. L'ASN attire votre attention sur le fait que le calendrier établi pour les réacteurs de 900 MWe s'est avéré trop court par rapport aux premières visites décennales.

***Demande n° 11 : L'ASN vous demande de préciser les étapes de mise à jour des dossiers de référence réglementaires prévus par l'arrêté [48] au plus tard en mars 2020. La production de ces derniers devra être compatible avec les quatrième visites décennales.***

### **A.9. Maintien de la qualification**

Vous proposez dans votre dossier d'orientation [1] de reconduire la démarche de maintien de la qualification mise en œuvre dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe. Cette démarche a fait l'objet d'un examen par le groupe permanent d'experts pour les réacteurs en mars 2018 [13]. Cette démarche n'appelle pas de remarque à ce stade.

Pour ce qui concerne les nouveaux EIP qui seront déployés dans le cadre du quatrième réexamen périodique, tels que par exemple les équipements nouveaux du noyau dur, l'ASN vous rappelle que vous devez apporter,

conformément à la réglementation [8], la justification de leur qualification avant leur déploiement. Cette exigence concerne notamment les équipements valorisés dans le cadre des actions de prévention des situations avec fusion du cœur, comme ceux valorisés pour gérer les situations de fusion du cœur. Concernant ces derniers équipements, la demande SUR17 [6] est également applicable aux réacteurs de 1300 MWe.

**Demande n° 12 : [900 MWe-SUR17] L'ASN vous demande de justifier la qualification de tout nouvel élément important pour la protection conformément à l'arrêté du 7 février 2012 [8]. Pour les équipements nécessaires en situation d'accident avec fusion du cœur mis en œuvre dans le cadre du projet d'extension de la durée de fonctionnement ou dans le cadre du noyau dur, il conviendra en particulier de démontrer la capacité de leurs systèmes supports à fonctionner dans ces situations d'accidents le temps de la mission qui leur est imparti.**

***Vous transmettez au plus tard en mars 2020 un programme d'étude.***

Pour les nouveaux matériels qui seront installés plusieurs mois ou années avant leur valorisation dans la démonstration de sûreté, une attention particulière doit être portée à la définition et au respect d'exigences associées à la conservation de ces équipements, notamment compte tenu des conditions d'ambiance qu'ils rencontrent.

**Demande n° 13 : L'ASN vous demande de définir et mettre en œuvre sur vos sites des mesures permettant de garantir la conservation des équipements et des structures avant leur valorisation dans la démonstration de sûreté, en tenant compte de leur environnement.**

***Vous transmettez au plus tard en mars 2020 le contour des mesures envisagées.***

Pour les équipements qui seront valorisés en situation d'accident avec fusion du cœur, l'ASN note que vous prévoyez de vérifier la tenue de ces matériels aux conditions d'accident avec fusion du cœur pour la durée de mission nécessaire, ainsi que pour leurs systèmes supports. Cependant, les notes de synthèse de qualification intégreront uniquement le bilan de la tenue des matériels nécessaires<sup>5</sup> à ces conditions accidentelles avec fusion du cœur, sans retenir les matériels que vous appelez « utiles »<sup>6</sup>.

**Demande n° 14 : L'ASN vous demande d'intégrer dans les notes de synthèse de qualification des matériels « nécessaires » en accident avec fusion du cœur, le résultat de la vérification de la tenue de leurs systèmes supports. En outre, l'ASN vous demande de démontrer, pour les matériels « utiles » en accident avec fusion du cœur, que leur utilisation n'est pas susceptible de dégrader les situations dans lesquelles ils peuvent être utilisés.**

---

<sup>5</sup> Selon le référentiel d'EDF, les « *équipements nécessaires* » sont les « *équipements qui participent à la fonction de confinement et ceux nécessaires à la gestion de l'accident grave ; les équipements jugés "nécessaires" font l'objet d'une démonstration de leur tenue et de leurs performances aux conditions d'accidents graves ; les équipements nécessaires en AG sont classés IPS-NC* ».

<sup>6</sup> Selon le référentiel d'EDF, les « *équipements utiles* » sont les « *matériels qui peuvent faciliter la gestion de l'accident. Aucun classement n'est requis sur ces matériels au titre des AG ; des études peuvent être faites pour vérifier que l'utilisation de ces matériels n'est pas de nature à dégrader la situation* ».

## B. Réévaluation de la sûreté

### B.1. *Études des accidents sans fusion du cœur*

#### B.1.1. Délais opérateurs et situations accidentelles considérées pour le réacteur EPR

L'ASN vous a demandé [4] d'évaluer le comportement des réacteurs en fonctionnement en considérant l'ensemble des scénarios incidentels et accidentels considérés pour le réacteur EPR et d'étudier les conséquences de la transposition des délais considérés pour les actions des opérateurs sur le réacteur EPR, afin d'identifier d'éventuels effets falaise. Vous avez proposé une méthode pour répondre à cette demande qui ne vous conduisait pas systématiquement à étudier la faisabilité de potentielles améliorations de sûreté dès lors que vous observez un non-respect des critères de sûreté. Par conséquent, l'ASN vous a demandé, dans le cadre des orientations du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe [6], de modifier votre méthode. Au cours de l'instruction menée dans le cadre de ce réexamen périodique, l'ASN a constaté que votre méthode n'était toujours pas satisfaisante. La démarche proposée dans le dossier d'orientation du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe, qui correspond à la démarche mise en œuvre pour les réacteurs de 900 MWe, doit ainsi évoluer.

**Demande n° 15 [900MWe-SUR1] : L'ASN vous demande d'évaluer, dans le cadre du quatrième réexamen des réacteurs de 1300 MWe, le comportement de ces réacteurs et de leurs piscines de d'entreposage des assemblages de combustible pour les événements et délais opérateurs du référentiel du réacteur EPR, en appliquant les règles des études des conditions de fonctionnement de dimensionnement. En cas de non-respect des critères de sûreté associés au domaine de dimensionnement, l'ASN vous demande d'analyser les raisons du dépassement de ces critères, d'identifier les éventuelles dispositions qui pourraient être mises en œuvre pour y remédier et d'examiner leur faisabilité et leur intérêt et, le cas échéant, de prévoir leur mise en œuvre dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe.**

***Vous transmettez au plus tard en mars 2020 un programme d'étude.***

Par ailleurs, l'ASN considère que la vérification d'absence d'effet falaise, lié à l'augmentation du délai considéré pour les opérateurs, ne doit pas se limiter aux situations de catégories 1 à 4 mais doit également être évaluée pour les situations du domaine complémentaire. À ce titre, il convient de vérifier le respect des critères d'acceptabilité des études du domaine complémentaire et pas simplement l'acceptabilité d'une augmentation du risque de fusion du cœur.

**Demande n° 16 : L'ASN vous demande d'évaluer les conséquences de la prise en compte des délais d'intervention de l'opérateur retenus dans le référentiel de sûreté du réacteur EPR sur les conclusions des études des conditions de fonctionnement complémentaires du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe.**

***En cas de non-respect des critères d'étude du domaine complémentaire, l'ASN vous demande d'identifier de nouvelles dispositions complémentaires permettant de respecter les critères de sûreté pour les conditions de fonctionnement complémentaires concernées, d'examiner leur intérêt et leur faisabilité et, le cas échéant, de prévoir leur mise en œuvre dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe.***

***Vous transmettez au plus tard en mars 2020 un programme d'étude.***

### **B.1.2. Cumul d'un manque de tension externe avec les études de dimensionnement de catégories 2 et 3**

Vous prévoyez [1] de mettre à jour votre analyse du cumul des situations de catégories 2 et 3 avec une situation de manque de tension externe (MDTE) et de séisme, en valorisant notamment l'arrêt automatique du réacteur après un séisme (modification mise en œuvre lors de la phase 2 des améliorations réalisées après l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima).

***Demande n° 17 : L'ASN vous demande d'intégrer les conclusions des études visant à évaluer le cumul d'un manque de tension externe et d'un séisme avec les conditions de fonctionnement de catégorie 2 et 3, dans le rapport de sûreté des réacteurs de 1300 MWe. Vous préciserez au plus tard en mars 2020 les hypothèses retenues pour ces études.***

### **B.1.3. Exigence de résistance au séisme pour les équipements valorisés en phase long terme des conditions de fonctionnement de dimensionnement de catégorie 4**

Les conditions de fonctionnement de dimensionnement de catégorie 4, qui intègrent le cumul avec une situation de manque de tension externe (MDTE), valorisent en phase C<sup>7</sup> des matériels qui ne conservent pas nécessairement leur capacité fonctionnelle après séisme (matériels importants pour la sûreté non classés dits « IPS-NC »).

Dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe, vous prévoyez [1] de vous assurer que, pour les transitoires de catégorie 4, un état d'arrêt sûr peut être atteint sans prendre en compte des matériels qui n'auraient pas d'exigence de tenue fonctionnelle au séisme.

Ce programme de travail n'appelle à ce stade pas de remarque de la part de l'ASN. Néanmoins l'ASN considère nécessaire que ces études soient intégrées dans la démonstration de sûreté et donc que leurs conclusions soient présentées dans le rapport de sûreté des réacteurs de 1300 MWe.

***Demande n° 18 : L'ASN vous demande d'intégrer dans le rapport de sûreté des réacteurs de 1300 MWe les conclusions des études visant à s'assurer que, pour les transitoires de catégorie 4, un état d'arrêt sûr peut être atteint sans prendre en compte des matériels qui n'auraient pas d'exigence de tenue fonctionnelle au séisme.***

### **B.1.4. Dilution inhérente à l'accident de perte de réfrigérant primaire**

Un accident de perte de réfrigérant primaire (APRP) peut conduire, après l'arrêt des pompes primaires et à la suite de l'arrêt de la circulation naturelle, à la formation et à l'accumulation dans certaines parties du circuit primaire de volumes d'eau faiblement borée (dits « bouchons d'eau ») par condensation de la vapeur dans les tubes des générateurs de vapeur. Or, en cas d'APRP, les procédures accidentelles demandent à l'opérateur d'initier un refroidissement par le circuit secondaire, qui peut amener à une reprise de la circulation naturelle dans le circuit primaire. Ces conditions peuvent conduire à l'envoi de volumes d'eau faiblement borée vers le cœur du réacteur et induire un retour incontrôlé en puissance. Ce risque de dilution inhérente à l'APRP n'a pas été identifié lors de la conception des réacteurs. Son étude a été intégrée ultérieurement dans les rapports de sûreté en tant qu'étude justificative particulière. Pour ce type d'étude, vous considérez des hypothèses réalistes. Dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe, le risque de dilution inhérente à l'APRP doit être étudié en mettant en œuvre les règles d'étude des conditions de fonctionnement de dimensionnement. Les études devront couvrir les méconnaissances et incertitudes associées au volume

---

<sup>7</sup> La phase C de gestion d'un accident est comprise entre l'instant de la première action manuelle et l'atteinte de l'état sûr pour le réacteur.

d'eau faiblement borée à considérer ainsi qu'au nombre et à la cinétique d'envoi des volumes d'eau faiblement borée à transférer dans le cœur. Les hypothèses prises concernant le débit de reprise de circulation naturelle devront également être justifiées et considérées comme raisonnablement enveloppe des situations à couvrir.

**Demande n° 19 [900MWe-SUR2 et SUR3] :** L'ASN vous demande d'appliquer, *dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs nucléaires de 1300 MWe*, pour l'étude du risque de dilution inhérente à l'APRP, les règles d'études des conditions de fonctionnement de dimensionnement, *d'intégrer cette étude dans la démonstration de sûreté et de présenter ses conclusions dans le rapport de sûreté.*

*Les études associées devront considérer des scénarios pénalisants, cohérents avec leur catégorie, afin de couvrir les méconnaissances et incertitudes concernant le volume des bouchons d'eau non borée transféré dans le cœur du réacteur, le nombre et la cinétique d'envoi des bouchons ainsi que le débit de reprise de la circulation naturelle. Le choix des scénarios à étudier devra être justifié.*

*Vous fournirez au plus tard en mars 2020 votre programme d'étude.*

#### **B.1.5. Maîtrise de la réactivité dans les états d'arrêt à chaud**

À la suite de l'analyse des études menées dans le cadre du troisième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe, l'ASN a formulé une demande [14] relative à l'absence de retour en criticité pour les incidents de refroidissement de catégorie 2 initiés en état d'arrêt. Les éléments de réponse que vous avez apportés dans le cadre du troisième réexamen des réacteurs de 1300 MWe montrent que le respect de l'exigence d'absence de retour en puissance pour les incidents de refroidissement de catégorie 2 initiés en arrêt normal à chaud apparaît atteignable pour les arrêts prolongés. En revanche, pour les incidents de refroidissement incontrôlés qui surviendraient durant un passage temporaire en arrêt à chaud, un retour en puissance ne peut être écarté.

**Demande n° 20 [900MWe-SUR4] :** L'ASN vous demande de poursuivre, *dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs nucléaires de 1300 MWe*, vos analyses relatives au risque de retour en puissance significatif du réacteur en cas d'accident de refroidissement incontrôlé amorcé en état d'arrêt.

*L'ASN considère qu'un retour en criticité ne peut être admis que dans certaines situations peu fréquentes, le retour en criticité associé devant faire l'objet de justifications particulières, être de courte durée et conduire à une puissance neutronique faible.*

*Vos analyses devront différencier les configurations rencontrées lors des passages temporaires en arrêt à chaud et lors des arrêts prolongés, et couvrir les transitoires de refroidissement pour toutes les catégories d'accidents.*

*Vous fournirez au plus tard en mars 2020 votre programme d'étude.*

#### **B.1.6. Intégrité du réservoir de décharge du pressuriseur**

Le réservoir de décharge du pressuriseur (RDP) des réacteurs de 1300 MWe ne dispose pas d'exigence d'intégrité pour les conditions de fonctionnement de catégorie 2. L'ASN estime nécessaire que vous étudiez les conséquences radiologiques des situations de fonctionnement de catégorie 2 sollicitant le RDP, de manière comparable aux travaux menés sur la gestion ALCADÉ des réacteurs de 1450 MWe et pour les réacteurs de 900 MWe. À cet égard, l'instruction récente menée sur les réacteurs de 900 MWe a fait apparaître la nécessité d'étendre vos justifications aux configurations ne sollicitant pas les protections.

**Demande n° 21 [900MWe-SUR5]:** L'ASN vous demande d'étudier, *dans le cadre du quatrième réexamen des réacteurs de 1300 MWe*, les conséquences radiologiques liées à la rupture du réservoir de décharge du pressuriseur pour les conditions de fonctionnement de catégorie 2 sur la base d'études maximisant le volume de fluide primaire déchargé dans le RDP. *Vous fournirez au plus tard en mars 2020 votre programme d'étude.*

### **B.1.7. Prise en compte de l'état prévisible du combustible**

Certains phénomènes physiques liés à l'état du combustible sont susceptibles de se produire dans le cœur d'un réacteur nucléaire et de conduire à des effets qui ne sont actuellement pas pris en compte dans la démonstration de sûreté des réacteurs de 1300 MWe. En particulier, les phénomènes liés au conditionnement mécanique des crayons de combustible<sup>8</sup>, à la déformation latérale des assemblages de combustible et à la présence éventuelle de crayons inétanches devraient selon l'ASN être pris en compte dans les études de sûreté.

Les règles générales d'exploitation des réacteurs électronucléaires français autorisent un fonctionnement prolongé à puissance intermédiaire (FPPI). À la suite d'un tel fonctionnement, l'état de conditionnement mécanique des crayons de combustible est défavorable en cas d'accident, par rapport à une situation dans laquelle le réacteur aurait fonctionné à pleine puissance. L'ASN constate que les études d'accident ne prennent actuellement pas en compte ce phénomène et considère que ces aspects doivent être intégrés à la démonstration de sûreté pour vérifier le respect des critères de sûreté.

***Demande n° 22 [900MWe-SUR6]: L'ASN vous demande de prendre en compte, dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe, le conditionnement mécanique des crayons de combustible à la suite d'un fonctionnement prolongé à puissance intermédiaire dans la démonstration de sûreté. En cas de non-respect des critères de sûreté associés au domaine de dimensionnement, vous identifierez les éventuelles dispositions qui pourraient être mises en œuvre pour y remédier et examinerez leur faisabilité et leur intérêt.***

***Vous fournirez au plus tard en mars 2020 votre programme d'étude.***

Sous l'effet cumulé des contraintes hydrauliques et mécaniques, de l'irradiation et de la température, les assemblages de combustible peuvent se déformer latéralement. Les effets de ce phénomène, d'ampleur variable, sont notamment suivis en exploitation par les mesures de temps de chute des grappes de commande. En effet, la déformation latérale des assemblages peut induire un ralentissement de la cinétique d'insertion des grappes de commande, voire empêcher leur insertion complète. Elle se traduit également par un élargissement de certaines lames d'eau présentes entre les assemblages et par des modifications de jeux entre les assemblages, dont les impacts neutroniques, thermo-hydrauliques et mécaniques doivent être pris en compte dans la démonstration de sûreté.

Vous avez engagé le développement d'une démarche de quantification de l'impact neutronique et thermo-hydraulique des lames d'eau induites par le phénomène de déformation des assemblages. En outre, votre démarche vise également à prendre en compte les aspects mécaniques, notamment vis-à-vis du temps de chute des grappes et de la tenue des assemblages de combustible en situation accidentelle.

***Demande n° 23 [900MWe-SUR7]: L'ASN vous demande de prendre en compte, dans les études de sûreté du domaine de dimensionnement et du domaine complémentaire transmises en support au quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe, le phénomène de déformation latérale des assemblages en évaluant son impact neutronique, thermo-hydraulique et mécanique sur le respect des critères de sûreté. En cas de non-respect des critères de sûreté associés au domaine de dimensionnement, vous identifierez les éventuelles dispositions qui pourraient être mises en œuvre pour y remédier et examinerez leur faisabilité et leur intérêt.***

***Vous fournirez au plus tard en mars 2020 votre programme d'étude.***

La présence de crayons de combustible défectueux dans les réacteurs en fonctionnement est actuellement prise en compte aux travers des spécifications radiochimiques des règles générales d'exploitation (RGE), qui autorisent le fonctionnement d'un réacteur en présence d'un ou plusieurs crayons en présomption de défaut.

---

<sup>8</sup> L'état de conditionnement mécanique des crayons représente l'état thermomécanique initial des crayons de combustible lors d'une étude d'accident.

Or un crayon de combustible inétanche est susceptible d'avoir un comportement très différent de celui d'un crayon sain, notamment en cas d'accident d'éjection de grappe ; les conséquences potentielles d'un accident en présence de crayons inétanches sur le refroidissement du cœur et l'intégrité du circuit primaire sont actuellement mal connues. L'ASN vous a demandé d'étudier l'impact de la présence de crayons inétanches en réacteur sur les études concernées de la démonstration de sûreté. Vous avez transmis un dossier spécifique dans le cadre de l'instruction dédiée aux critères avancés de tenue des combustibles. Cette instruction s'est conclue en juin 2017 par la sollicitation du groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires [45]. Par ailleurs, des éléments complémentaires ont été transmis par EDF et analysés dans le cadre de la consultation du groupe permanent d'experts concernant les études d'accidents des réacteurs de 900 MWe lors de leur quatrième réexamen [15].

***Demande n° 24 : Dans le cadre du quatrième réexamen des réacteurs de 1300 MWe, l'ASN vous demande de prendre en compte les conclusions établies lors des récentes instructions, en particulier concernant les hypothèses d'études à considérer, afin d'évaluer l'impact de la présence de crayons inétanches sur la démonstration de sûreté.***

***Vous fournirez au plus tard en mars 2020 votre programme d'étude.***

#### **B.1.8. Etude de l'accident de rupture de tuyauterie vapeur**

La méthode totalement couplée 3D (MTC 3D) est utilisée par EDF pour étudier les accidents de rupture de tuyauterie vapeur (RTV) de catégorie 4 à l'exception de la phase dite « moyen terme », en situation de perte des pompes primaires.

Pour cette situation particulière de fonctionnement, durant laquelle les débits du circuit primaire peuvent devenir très faibles voire nuls, les logiciels usuellement mis en œuvre ne peuvent être utilisés. En conséquence, afin d'étudier ces situations, vous avez déployé dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe une nouvelle méthode basée sur l'utilisation du couplage dénommé OSCARD. L'examen de cette méthodologie a fait apparaître un certain nombre de points devant faire l'objet de compléments de justification [16]. Afin de pallier ces réserves, vous avez effectué dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe des études de sensibilité visant à garantir le respect des critères de sûreté avec un haut niveau de confiance.

***Demande n° 25 : Dans l'hypothèse où vous ne pourriez justifier l'ensemble des réserves identifiées dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe concernant la validation de la méthode basée sur l'utilisation de la chaîne de calcul OSCARD, l'ASN vous demande d'accompagner les études de rupture de tuyauterie vapeur (RTV) avec arrêt des pompes primaires qui seront réalisées dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe, d'études de sensibilité raisonnablement enveloppes permettant d'assurer le respect des critères de sûreté associés à l'accident avec un haut niveau de confiance.***

***Vous préciserez au plus tard en mars 2020 votre programme d'étude.***

#### **B.1.9. Accident de dilution homogène**

L'accident de dilution incontrôlée d'acide borique se caractérise par une baisse de la concentration en bore de l'eau du circuit primaire due à une erreur de l'opérateur ou à la défaillance d'un équipement. Ses conséquences, liées à l'augmentation de la réactivité du cœur, sont étudiées au titre des conditions de fonctionnement de dimensionnement dans tous les domaines de fonctionnement du réacteur.

Dans le cadre de l'étude de dilution homogène initiée en puissance, vous reprenez comme aggravant le blocage en position haute de la grappe de commande la plus anti-réactive. L'ASN considère qu'une défaillance d'une vanne du groupe de contournement de la turbine vers le condenseur (GCT-c) ou vers l'atmosphère (GCT-a)

pourrait survenir durant le transitoire de dilution homogène et conduire à son maintien en position ouverte. Cette situation pourrait se révéler plus pénalisante que celle actuellement considérée dans les études de sûreté.

***Demande n° 27 : Dans le cadre du quatrième réexamen de sûreté des réacteurs de 1300 MWe, l'ASN vous demande d'étudier en utilisant les règles des études du domaine de dimensionnement, les conséquences des transitoires de refroidissement intempestifs qui pourraient être induits par un refus de fermeture d'une vanne du groupe de contournement de la turbine vers le condenseur (GCT-c) ou vers l'atmosphère (GCT-a) suite à sa sollicitation lors d'un incident de dilution homogène incontrôlée initié en puissance. Dans l'hypothèse où ce type d'aggravant se révélerait plus pénalisant que celui actuellement considéré dans la démonstration de sûreté, l'ASN vous demande d'introduire les conclusions de ces études dans votre rapport de sûreté.***

***Vous fournirez au plus tard en mars 2020 votre programme d'étude.***

Dans le cadre du troisième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe, vous avez mis à jour les études des conditions de fonctionnement du domaine de dimensionnement et du domaine complémentaire. Vous avez également corrigé des anomalies d'études liées à l'accident de dilution homogène lorsque le réacteur est en puissance. La correction de ces anomalies a conduit à la nécessité de devoir détecter plus tôt la dilution du fluide primaire afin de maintenir une marge permettant d'éviter un retour en criticité du cœur.

La conduite de l'accident de dilution homogène en puissance repose sur la valorisation d'alarmes permettant de détecter au plus tôt la dilution et sur des actions de conduite normale décrites dans des fiches alarme. Par lettres citées en références [14] et [17], l'ASN a indiqué que votre stratégie était contraire au principe de défense en profondeur et vous a demandé d'étudier la faisabilité de créer une alarme de type « DOS<sup>9</sup> » pour traiter spécifiquement la dilution homogène en puissance. L'ASN souligne que l'arrêt de la dilution reposera *in fine* sur des actions de l'opérateur. Le traitement des anomalies affectant les études de dilution aurait, selon l'ASN, pu être l'occasion de remédier à l'utilisation d'alarmes en favorisant l'utilisation d'un automatisme, comme cela est le cas pour les réacteurs de 1450 MWe, et ainsi éviter le recours à un arrêt manuel du réacteur.

À l'occasion du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe et compte tenu de la demande n° 15 d'étudier, avec les règles des études de dimensionnement, l'impact d'une augmentation des délais opérateurs conventionnels, l'ASN estime nécessaire que vous meniez une réflexion quant à l'introduction d'un automatisme permettant de prévenir ou limiter les conséquences d'une dilution homogène en puissance.

***Demande n° 28 : L'ASN vous demande, dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe, d'évaluer l'intérêt et la faisabilité de la mise en place d'un automatisme permettant de prévenir ou limiter les conséquences d'une dilution homogène en puissance. Le cas échéant, l'ASN vous demande de mettre en œuvre cette modification.***

***Vous transmettez au plus tard en mars 2020 votre programme d'étude.***

Le scénario de dilution par rupture franche d'un tube de l'échangeur du circuit d'étanchéité des pompes primaires (CEPP) est étudié dans le cadre du domaine de dimensionnement pour les états d'arrêt pour intervention (API) ou d'arrêt pour rechargement (APR). Lorsque le réacteur est en puissance ou en état d'arrêt normal, ce scénario n'est pas étudié dans le domaine de dimensionnement des réacteurs de 1300 MWe. Or le scénario de rupture d'un tube de l'échangeur du circuit d'étanchéité des pompes primaires est pris en compte dans la démonstration de sûreté des réacteurs de 1450 MWe pour les états où le réacteur est en puissance ou en état d'arrêt normal. De plus, dans ces situations, il présente des marges inférieures à celles du scénario de dilution par le système d'appoint en eau, du fait de l'impossibilité d'isoler la dilution depuis la salle de

---

<sup>9</sup> Alarme repérée « DOS » : alarme conduisant à l'application du document d'orientation et de stabilisation du chapitre VI des règles générales d'exploitation.



commande. L'ASN vous a demandé dans le courrier en référence [44] de prendre en compte le scénario de dilution homogène à la suite de la rupture d'un tube de l'échangeur du circuit d'étanchéité des pompes primaires (CEPP) dans les domaines d'exploitation « réacteur en production » et « arrêt normal » dans la démonstration de sûreté nucléaire des réacteurs de 1300 MWe.

***Demande n° 29 : Dans le cadre du quatrième réexamen de sûreté des réacteurs de 1300 MWe, l'ASN vous demande d'étudier, avec les règles des études du domaine de dimensionnement, le scénario de dilution homogène à la suite de la rupture d'un tube de l'échangeur du circuit d'étanchéité des pompes primaires (CEPP) dans les domaines d'exploitation « réacteur en production » et « arrêt normal ».***

***Vous transmettez au plus tard en mars 2020 votre programme d'étude.***

#### **B.1.10. Éjection de grappe**

Les récentes instructions menées dans le cadre du troisième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe, ainsi que du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe ont fait apparaître des besoins de compléments dans les études relatives aux scénarios d'éjection de grappe pour les cas déclenchant les protections neutroniques et les cas ne déclenchant pas ces protections. Vous vous êtes ainsi engagé, dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe, à évaluer la possibilité de qualifier, dans des conditions d'ambiance dégradée, les chaînes de mesure des vitesses de rotation des pompes primaires. En effet, le signal émis par ces chaînes de mesure est valorisé dans les études d'éjection de grappe avec cumul du MDTE qui ne déclenchent pas les protections neutroniques. En outre, l'ASN considère que les accidents d'éjection de grappe qui ne sollicitent pas les protections neutroniques doivent faire l'objet de justifications complémentaires, afin notamment d'évaluer la pertinence des seuils de protection tels que définis actuellement.

***Demande n° 30 : L'ASN vous demande, dans le cadre du quatrième réexamen des réacteurs de 1300 MWe, de prendre en compte les conclusions des récentes instructions menées dans le cadre du troisième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe ainsi que du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe afin d'établir, pour le transitoire d'éjection de grappe, une démonstration complète et de présenter les conclusions de ces études dans le rapport de sûreté des réacteurs.***

***Vous transmettez au plus tard en mars 2020 votre programme d'étude.***

### **B.2. Conception des systèmes**

#### **B.2.1. Risques iode**

Dans le cadre des orientations du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe, l'ASN avait formulé une demande relative aux locaux dits « à risque iode » pour les réacteurs de type CP0. Cette demande visait à garantir un confinement au plus près des matières radioactives. Les conclusions de cette instruction, qui est en cours, devront être intégrées au quatrième réexamen des réacteurs de 1300 MWe.

***Demande n° 31 [900MWe-SUR10] : L'ASN vous demande de justifier le caractère suffisant de la méthodologie de traitement des risques de rejet d'iode pour les réacteurs de 1300 MWe. Vous proposerez les dispositions à mettre en place pour garantir un confinement au plus près des matières radioactives des locaux à risque iode des bâtiments dits BAN, BK et BW. Par ailleurs, vous indiquerez les dispositions vous permettant d'assurer en exploitation le confinement statique et dynamique de ces locaux au travers des essais périodiques et de la maintenance préventive.***

***Vous transmettez avant mars 2020 votre programme d'étude.***

### **B.2.2. Gestion des combustibles usés**

Dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe, vous avez développé un projet d'optimisation de la gestion du combustible usé, visant à maîtriser l'inventaire radioactif des piscines de d'entreposage [18]. Vous prévoyez de mettre en œuvre un programme pour évacuer autant d'assemblages usés que possible, de mettre en place plusieurs actions visant à permettre l'évacuation d'assemblages actuellement non transportables et d'étudier la création de capacités supplémentaires d'entreposage qui renforceront la robustesse du cycle du combustible.

**Demande n° 32 [900MWe-SUR19]:** *L'ASN vous demande d'intégrer au quatrième réexamen des réacteurs de 1300 MWe le projet d'optimisation de la gestion du combustible usé des piscines de d'entreposage décliné aux réacteurs de 1300 MWe.*

*Vous transmettez au plus tard en mars 2020 votre programme d'étude.*

### **B.2.3. Fonction de recirculation**

Dans le cadre des orientations du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe, l'ASN avait formulé une demande relative à la vérification de la conformité de la fonction de recirculation. Cette demande visait à vérifier que, dans les situations de brèche sur le circuit primaire, l'efficacité des systèmes d'injection de sécurité et d'aspersion de l'enceinte nécessaires au refroidissement des assemblages de combustible et au confinement de l'enceinte n'étaient pas remises en cause par la présence des débris générés. Dans ce cadre, l'ASN avait notamment considéré que vous devez apporter des compléments de démonstration concernant :

- la caractérisation et le transport des débris arrivant sur les filtres présents au fond des puisards du bâtiment « réacteur » ;
- la vérification d'absence de risque de défaillance des pompes RIS et EAS compte tenu notamment des effets des débris précités sur les pertes de charges aux bornes des filtres ;
- l'évaluation de l'impact des effets chimiques susceptibles de se produire du fait des substances en présence dans les puisards en amont et en aval des filtres ;
- l'évaluation de la quantité de débris susceptibles de traverser ces filtres et la vérification sur cette base de la qualification des équipements et de la capacité de refroidissement des assemblages de combustibles situés en aval des filtres.

La démonstration de l'efficacité de la fonction de recirculation doit comprendre notamment les études et essais nécessaires à la justification de la capacité de refroidissement des assemblages de combustible en présence de débris et considérer la spécificité des réacteurs de 1300 MWe en termes de chimie de l'eau de recirculation (présence de panier de tétraborate dans le bâtiment « réacteur » notamment). Cette démonstration devra également considérer les enseignements de votre plan d'action faisant suite aux engagements pris dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe.

**Demande n° 33 :** *L'ASN vous demande de présenter au plus tard en mars 2020, pour les réacteurs de 1300 MWe, votre programme d'étude et d'essai permettant de justifier le refroidissement des assemblages de combustible en présence de débris. Ce programme intégrera les spécificités des réacteurs de 1300 MWe, notamment en termes de chimie de l'eau de recirculation. Vous tiendrez également compte des enseignements de votre plan d'action faisant suite aux engagements pris dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe.*

### **B.2.4. Thématiques complémentaires**

Par ailleurs l'ASN souhaite que vous complétiez votre dossier d'orientation afin d'inclure une thématique sur le confinement, ainsi que sur la distribution électrique.

***Demande n° 34 : l'ASN vous demande de retenir dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe les thématiques suivantes :***

- ***la troisième barrière de confinement ; vous réévaluerez notamment :***
  - ***la tenue à l'accident grave des revêtements d'étanchéité de l'enceinte,***
  - ***la tenue du dôme des réacteurs de type P'4,***
  - ***l'étanchéité des grandes traversées, des traversées à risque radiologique élevé (le tampon d'accès des matériels (TAM), les traversées à « double-enveloppes » RIS/EAS, les traversées EBA,...), et des traversées dites « sensibles »,***
  - ***la surveillance en exploitation du confinement de l'enceinte et les améliorations possibles des modes opératoires des essais de type A, B et C afin de vérifier le respect du taux de fuite globale de l'enceinte entre deux épreuves et du critère de répartition des fuites de l'enceinte retenus dans les calculs de conséquences radiologiques,***
  - ***les risques de bipasse du confinement,***
  - ***l'efficacité des systèmes de filtration des aérosols et d'épuration des iodes ;***
- ***la distribution électrique. À ce titre, vous intégrerez notamment à votre programme :***
  - ***les études de dimensionnement de la distribution électrique (courants de court-circuit et étude de sélectivité, études des transitoires électriques) ;***
  - ***les effets possibles des variations de la fréquence du réseau externe sur la sûreté de vos installations. Vous étudierez notamment les implications possibles de ces variations sur vos études électriques et vos études de sûreté.***

***De plus, vous présenterez des synthèses sur la maîtrise des trois fonctions fondamentales de sûreté que sont le contrôle de la réactivité, l'évacuation de la puissance et le confinement.***

***Vous préciserez au plus tard en mars 2020 votre programme d'étude.***

### ***B.3. Domaine complémentaire***

Dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe, vous proposez d'examiner et de mettre à jour, si nécessaire, la liste des « dispositions complémentaires » sur la base de l'étude probabiliste de sûreté de niveau 1 de référence relative aux événements internes associés au réacteur et à la piscine et de mettre à jour les études du domaine complémentaire associées. Vous proposez cette mise à jour sur la base de la nouvelle démarche d'étude du domaine complémentaire développée pour le quatrième réexamen des réacteurs de 900 MWe.

Ainsi, vous vérifierez notamment qu'avec la mise en œuvre des « dispositions complémentaires », les critères d'acceptabilité des conditions de dimensionnement de quatrième catégorie sont respectés pour les scénarios du « domaine complémentaire ».

Enfin, vous prévoyez de tenir compte de l'évolution du retour d'expérience d'exploitation, des évolutions de la conception des installations et des règles d'exploitation liées à ce réexamen. La mise à jour tiendra également compte du traitement des écarts connus dans les études [1].

Ce programme de travail n'appelle pas, à ce stade, de remarques de l'ASN.

L'ASN considère que les évolutions du domaine complémentaire proposées par EDF, cohérentes avec celles récemment déployées pour le réacteur EPR de Flamanville et pour les réacteurs de 900 MWe, tendent à simplifier la démarche de définition des conditions de fonctionnement complémentaires et sont conformes à l'état de l'art.

Toutefois, l'ASN constate que vous prévoyez [1] de transmettre la liste des dispositions complémentaires et les notes d'études d'accidents associées seulement en mars 2022. L'ASN considère nécessaire que vous

transmettiez au plus tôt ces documents afin de permettre leur instruction dans le cadre de la phase générique du réexamen.

#### ***B.4. Accidents avec fusion du cœur***

Pour répondre à l'objectif défini dans la prescription [ECS-ND1] des décisions de l'ASN en références [19] à [26] d'évacuer la puissance résiduelle hors de l'enceinte de confinement en cas d'accident avec fusion du cœur du réacteur, sans recourir à un éventage de celle-ci, vous avez proposé l'installation d'une nouvelle disposition dite « EAS ultime » (EASu), comportant des dispositions matérielles fixes et des dispositions matérielles mobiles qui seront mises en place par la « force d'action rapide nucléaire » (FARN) en cas d'accident. Cette disposition a été jugée intéressante dans son principe. La conception de cette disposition et les délais d'intervention de la FARN devront être tels que la pression dans l'enceinte de confinement reste inférieure au critère retenu pour le dimensionnement des enceintes et les températures des fluides véhiculées dans les circuits restent inférieures aux températures retenues à la conception du circuit.

Pour répondre à l'objectif défini par la prescription [ECS-ND16] des décisions de l'ASN en références [19] à [26] visant à éviter le percement du radier en cas de fusion partielle ou totale du cœur du réacteur, vous avez proposé de modifier la zone du puits de cuve pour permettre une arrivée d'eau maîtrisée sur le corium après son étalement à sec dans cette zone et dans un local adjacent.

L'ASN a considéré nécessaire [27], à l'issue de la réunion du groupe permanent d'experts du 7 juillet 2016, que les dispositions prises en cas d'accident grave intègrent un étalement à sec du corium sur l'ensemble de vos réacteurs avant stabilisation sous eau.

***Demande n° 35 : L'ASN vous demande de confirmer au plus tard en mars 2020 la mise en œuvre de dispositions visant à limiter les situations d'ouverture de l'enceinte en cas d'accident grave (EASu) et les risques de percement du radier (noyage passif sous eau) à l'échéance du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe.***

***De plus, vous préciserez les approches retenues pour les réacteurs de 1300 MWe concernant :***

- l'épaississement des radiers en béton très siliceux ;***
- les exigences de conception associées à l'échangeur et à la pompe du système EASu.***

***Demande n° 36 : L'ASN vous demande de prendre en compte, pour les réacteurs de 1300 MWe, les demandes formulées dans le cadre du quatrième réexamen des réacteurs de 900 MWe :***

- [900MWe-SUR14] poursuivre l'analyse de dispositions visant à la diminution de la fréquence et des conséquences des situations de fusion du cœur avec ouverture du dispositif U5 d'éventage-filtration de l'enceinte de confinement ;***
- [900MWe-SUR15] compléter la liste des équipements nécessaires en accident grave en y incluant plusieurs circuits et systèmes de mesure ; définir une démarche pour connaître les limites d'utilisation des équipements « utiles »<sup>6</sup> en accident grave.***

***Vous fournirez au plus tard en mars 2020 votre programme d'étude.***

L'ASN a réuni le groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires les 27 et 28 mars 2019 sur le sujet de la maîtrise des accidents graves pour les réacteurs en fonctionnement, et plus particulièrement les réacteurs de 900 MWe dans le cadre de leur quatrième réexamen périodique.

***Demande n° 37 : L'ASN vous demande de préciser, au plus tard en mars 2020, les engagements que vous avez pris à la suite de la réunion du groupe permanent sur les accidents graves de mars 2019 s'appliquant également aux réacteurs de 1300 MWe.***

Des modélisations en situation d'accident grave de l'enceinte de confinement des réacteurs de type P4 ont fait apparaître un comportement particulier qui est susceptible de conduire à une fissuration d'une partie de l'épaisseur du dôme dans certains scénarios accidentels. Cette fissuration est susceptible de conduire à une augmentation sensible des fuites au travers du dôme, et donc de conduire à des rejets importants. Vous vous êtes engagé à étudier ce phénomène et à évaluer la sensibilité des résultats aux différents paramètres du modèle et aux hypothèses retenues (courbe de fragilité de l'enceinte, représentativité du modèle de l'enceinte...).

***Demande n° 38 : L'ASN vous demande d'évaluer par le calcul le risque de dégradation du confinement au niveau du dôme des réacteurs de 1300 MWe de type P4 en situation d'accident grave, compte tenu des comportements thermomécaniques différentiels du dôme et des poutres qui le supportent. Cette évaluation devra présenter la sensibilité aux différents paramètres du modèle numérique utilisé. Vous présenterez, le cas échéant, les modifications matérielles ou d'exploitation permettant de limiter ce risque.***

***Vous fournirez au plus tard en mars 2020 votre programme d'étude.***

Dans son courrier de juillet 2017 [27], l'ASN soulignait que la nature des risques en cas de pollution des sous-sols est susceptible de varier très notablement en fonction des configurations des différents sites (proximité d'un fleuve ou de la mer, utilisation par la population des sources d'eau, configurations géologiques et hydrologiques...) et vous demandait de lui adresser, en distinguant chaque site, une première évaluation, sommaire, des conséquences du percement du radier à la suite d'un accident grave, en l'absence de dispositif spécifique visant à limiter la contamination. Cette étude devait notamment identifier, pour chaque site, les aquifères, populations, zones géographiques, cultures agricoles et industries qui seraient alors affectées et fournir une première évaluation des conséquences d'une telle pollution.

L'ASN vous demandait également de poursuivre les réflexions engagées sur les dispositifs de confinement dynamique des eaux contaminées en lui transmettant des études de faisabilité plus détaillées que celle déjà transmise, tenant compte des spécificités de chaque site et proposant un calendrier de déploiement des modifications étudiées. Elles doivent fournir, pour chaque site, des éléments sur les travaux qui devraient être réalisés et sur les gains escomptés en termes de réduction de pollution des nappes.

***Demande n° 39 : L'ASN vous demande de préciser au plus tard en mars 2020 votre programme d'étude des conséquences de percement du radier, ainsi que de vos études de faisabilité détaillées de mise en œuvre de dispositifs de confinement dynamique des pollutions souterraines.***

## ***B.5. Maîtrise des agressions***

### ***B.5.1. Démarche générale***

De la même façon que pour le quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe, l'ASN vous demande de définir des aléas conformément aux recommandations de l'association WENRA de 2014 [9] et d'évaluer la capacité de vos installations à y faire face. Par ailleurs, conformément au niveau de référence « T6 » de WENRA, l'ASN vous demande de vérifier l'absence d'effet falaise pour les agressions au-delà du dimensionnement.

**Demande n° 40 [900 MWe-SUR22] : L'ASN vous demande de transmettre :**

- votre analyse du positionnement des niveaux d'aléas retenus pour les agressions pour le quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe par rapport à la cible préconisée par les niveaux de référence de 2014 de l'association WENRA. *Lorsque cette évaluation est pertinente, vous préciserez les niveaux correspondant à la cible probabiliste de  $10^4$ /an, y compris pour les aléas sismiques ;*

- une justification de la capacité des installations à faire face à des aléas significativement supérieurs à ceux retenus, pour les agressions pour lesquelles vous ne serez pas en mesure de justifier que la fréquence de dépassement de l'aléa de dimensionnement retenu pour le quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe respecte la cible préconisée par les niveaux de référence 2014 de l'association WENRA pour les agressions de référence (niveau de référence « T4 » de WENRA).

*L'ASN vous demande également de vérifier l'absence d'effet falaise pour des agressions naturelles correspondant à une valeur cible de fréquence annuelle de dépassement inférieure à  $10^{-4}$ /an, ou, lorsqu'il n'est pas possible de calculer les probabilités associées aux agressions d'origine naturelle avec un degré de confiance acceptable, pour des événements choisis et justifiés en visant un objectif équivalent, conformément aux niveaux de référence « T4 » et « T6 » de WENRA (version 2014). Vous fournirez au plus tard en mars 2020 votre programme d'étude.*

L'ASN vous a demandé pour les réacteurs de 900 MWe, conformément aux recommandations de l'association WENRA, de considérer, en cas de survenue d'une agression la défaillance du matériel la plus défavorable, quelle que soit la nature de ce matériel, actif ou passif. Vous n'avez pas spécifié dans votre dossier d'orientation [1] que vous retiendrez les défaillances des matériels passifs dans vos études de prise en compte d'un aggravant. De telles études sont nécessaires pour évaluer la capacité de vos installations à faire face à des agressions, notamment en cas d'écart. Ceci s'applique en particulier aux portes coupe-feu valorisées dans vos études d'incendie.

**Demande n° 41 [900 MWe-SUR23]** L'ASN vous demande de retenir dans le cadre de la mise à jour du rapport de sûreté, pour chacune des études d'agressions, au titre de l'« aggravant unique », la défaillance du matériel la plus défavorable, quelle que soit la nature de ce matériel. Si une telle défaillance potentiellement la plus défavorable est exclue de l'étude, l'ASN vous demande de démontrer le haut niveau de fiabilité de l'équipement concerné, compte tenu des exigences de conception et de suivi en exploitation qui lui sont appliquées (maintenance, conduite à tenir en cas d'indisponibilité, délai de remise en état, formation des intervenants...) dans les conditions de l'agression étudiée.

*Vous transmettez au plus tard en mars 2020 votre programme d'étude, en particulier pour la prise en compte des aggravants sur des matériels passifs, qui devront intégrer les résultats des travaux engagés dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe. Dans ce cadre, vous préciserez les engagements que vous avez pris à l'issue de la réunion du groupe permanent d'experts relative aux agressions de février 2019 applicables dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe.*

Conformément à l'article L. 593-18 du code de l'environnement qui demande d'intégrer l'état des connaissances scientifiques le plus récent, vous prendrez en compte les évolutions sur les méthodes d'évaluations statistiques, notamment pour évaluer les températures extrêmes. Votre dossier d'orientation n'indique pas de façon explicite que vous prévoyez de réévaluer les aléas considérés, par exemple pour les températures des « grands chauds ». En l'absence de justification, cette position n'est pas acceptable.

**Demande n° 42 [900 MWe-SUR24]** : L'ASN vous demande d'actualiser les niveaux des aléas climatiques en vous basant sur l'état des connaissances scientifiques le plus récent.  
*Vous fournirez au plus tard en mars 2020 votre programme d'étude.*

De façon générale, la démonstration de sûreté relative aux agressions doit contenir, pour chaque agression :

- la définition des caractéristiques de l'agression à retenir ;

- la méthodologie mise en œuvre pour la prise en compte de l'agression, en définissant notamment les cas de charge à considérer et les règles d'étude à appliquer, y compris les règles relatives aux conjonctions et cumuls à prendre en compte avec l'agression ;
- les résultats de la déclinaison de la méthodologie ;
- la liste des fonctions et systèmes ou parties de systèmes à protéger ;
- la liste des dispositions de protection nécessaires pour faire face à l'agression ainsi que les exigences associées à ces dispositions de protection.

***Demande n° 43 : L'ASN vous demande de transmettre, au-delà des notes de bilan, les notes d'études détaillées présentant les résultats de la déclinaison de la méthodologie sur lesquelles s'appuie votre démonstration relative à la maîtrise des agressions.***

***Vous fournirez au plus tard en mars 2020, pour chaque agression, votre programme d'étude***

### **B.5.2. Chute de charge et collision**

Votre dossier d'orientation [1] précise que vous prévoyez de reconduire les études effectuées dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe. L'ASN vous demande de préciser les études prévues concernant certaines problématiques soulevées lors de l'instruction menées sur les réacteurs de 900 MWe.

***Demande n° 44 [900 MWe-SUR42] : L'ASN vous demande d'évaluer les conséquences des collisions et des chutes de charges dans le bâtiment du réacteur, y compris pour les charges manutentionnées par le pont polaire. Par ailleurs, vous devrez apporter des éléments justifiant la qualité de la conception, de la fabrication, des contrôles en service et de l'exploitation du pont polaire. Le cas échéant, vous devrez définir des moyens complémentaires de prévention ou de limitation des conséquences de ces chutes de charge.***

***Vous étudierez :***

- *la fiabilité des moyens de manutention ;*
- *les chutes de charges manutentionnées par le treuil principal du pont polaire. Dans ce cadre vous indiquerez les études envisagées sur le comportement mécanique et les déformations des supports de la cuve lorsqu'ils sont soumis à la chute du couvercle ou de la machine de serrage des goujons ;*
- *les conséquences des chutes de « dalles RRA » manutentionnées par le pont polaire du bâtiment du réacteur ;*
- *les conséquences d'une collision lors des manutentions effectuées à l'aide du pont polaire du bâtiment du réacteur.*

***Vous préciserez également les engagements, que vous avez pris sur ce sujet à l'issue de la réunion du groupe permanent relative aux agressions de février 2019, applicables dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe.***

***Vous fournirez au plus tard en mars 2020 votre programme d'étude.***

Lors du troisième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe, les études de sûreté consacrées à la manutention du combustible ont été jugées non exhaustives pour traiter le risque de criticité, compte tenu de l'ensemble des combinaisons de paniers et de types de combustible possibles [28]. De plus, l'ASN rappelle que certaines demandes faites dans la lettre citée en référence [29], concernant notamment les scénarios de chute d'un assemblage en fond de piscine suivie du percement de la peau d'étanchéité, restent encore sans réponse à ce jour.

Enfin les demandes formulées sur les chutes d'emballage de transport lors de la phase d'orientation du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe [6], sont applicables au quatrième réexamen des réacteurs de 1300 MWe.

**Demande n° 45 : L'ASN vous demande de :**

- *vérifier que les études du risque de criticité par chute d'un emballage de transport couvrent l'ensemble des cas de chargement possible (type d'emballage, de panier et de combustible) susceptibles d'être rencontrés sur les réacteurs de 1300 MWe ;*
- [900 MWe-SUR12] en complément des études d'ébranlement des structures des piscines et des études de criticité, l'ASN vous demande d'étudier les risques liés à une immobilisation prolongée d'un emballage chargé en combustible usé à la suite d'un incident ou d'un accident de manutention. L'examen des conséquences de cette immobilisation devra inclure :
  - l'étude de l'échauffement et de la montée en pression de l'eau, du risque de dénoyage des assemblages et du risque de production éventuelle d'hydrogène par radiolyse, lorsque de l'eau est présente dans l'emballage,
  - l'étude de l'oxydation éventuelle des gaines à l'air, lorsqu'il y a une perte d'eau dans l'emballage.

*Vous fournirez au plus tard en mars 2020 votre programme d'étude.*

### **B.5.3. Incendie**

Concernant le réexamen du dimensionnement de la sectorisation incendie, l'ASN vous avait rappelé lors des orientations du quatrième réexamen des réacteurs de 900 MWe que la méthode utilisée jusqu'alors devait être revue et que des éléments de justification étaient toujours attendus concernant les zones de feu. L'ASN vous avait demandé de proposer une ou des méthodes de justification du dimensionnement de la sectorisation incendie intégrant tous les volumes de feux de sûreté et tenant compte de l'évolution des connaissances en matière d'incendie.

Au cours de l'instruction des études transmises dans le cadre du quatrième réexamen des réacteurs de 900 MWe, vous avez proposé de nouvelles méthodes afin :

- de vérifier le dimensionnement de la sectorisation incendie ;
- de prendre en compte les effets induits par les fumées sur le fonctionnement des équipements ;
- de prendre en compte les possibilités de ré-inflammation des gaz imbrûlés.

***Demande n° 46 : L'ASN vous demande de préciser les engagements pris à l'issue de la réunion du groupe permanent d'experts pour les réacteurs de février 2019 concernant les incendies qui seront applicables au quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe.***

***L'ASN vous demande également de préciser votre programme d'étude ainsi que les méthodes prévues pour vérifier le dimensionnement des éléments de sectorisation incendie, la prise en compte des fumées et les possibilités de réinflammation des gaz imbrûlés. Dans ce cadre, l'ASN vous demande d'étudier plus particulièrement :***

- *la tenue des éléments de sectorisation incendie pour les volumes de feu de sûreté disposant d'une aspersion fixe ;*
- *la tenue des éléments de sectorisation incendie ayant des exigences de tenue supérieure ou égale à 1h30 ;*
- *le risque de propagation de l'incendie en dehors des zones de feu de sûreté.*

***Par ailleurs, l'ASN vous demande d'intégrer à vos études :***



- la prise en compte des charges calorifiques transitoires dans vos analyses du risque d'incendie ;
- l'identification des éléments de sectorisation dont la défaillance conduirait à une augmentation importante du risque de fusion du cœur ;
- la prise en compte des défaillances d'éléments de sectorisation liées à l'augmentation de pression engendrée par l'incendie ;
- la définition d'une marge forfaitaire à considérer pour les courbes de performance utilisées dans votre méthode de justification du dimensionnement des éléments de sectorisation incendie ;
- l'évaluation des effets induits par les fumées sur les équipements électriques et électromécaniques ;
- l'analyse des risques de ré-inflammation des gaz imbrûlés.

*Pour ces études, l'ASN vous demande de ne plus utiliser les zones d'effet forfaitaires associées au critère dit « PFL<sup>10</sup> ».*

*Vous fournirez au plus tard en mars 2020 votre programme d'étude.*

**Demande n° 47 [900 MWe-SUR33] :** *L'ASN vous demande également de préciser au plus tard en mars 2020 de quelle manière votre programme relatif au quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe permettra d'examiner la possibilité d'appliquer d'autres évolutions incluses dans le référentiel relatif à la maîtrise des risques liés à l'incendie du réacteur EPR.*

#### **B.5.4. Chute accidentelle d'aéronef**

Vous prévoyez de retenir une approche conforme à la règle fondamentale de sûreté [30] en ce qui concerne la chute accidentelle d'aéronef. Dans le cadre du quatrième réexamen des réacteurs de 900 MWe, vous vous êtes engagé à compléter la méthode probabiliste envisagée pour évaluer le risque associé à la chute accidentelle d'aéronef. Par ailleurs, la réponse à la demande de l'ASN, formulée pour les réacteurs de 900 MWe relative à la chute accidentelle d'un aéronef sur le bâtiment du combustible devra également être traitée dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe, ce qui n'apparaît pas de façon explicite dans votre dossier d'orientation.

**Demande n°48 [900MWe-SUR29] :** *L'ASN vous demande de préciser au plus tard en mars 2020 les engagements que vous avez pris dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe concernant la méthode probabiliste utilisée pour évaluer le risque associé à la chute accidentelle d'aéronef, qui seront applicables au quatrième réexamen des réacteurs de 1300 MWe.*

*Par ailleurs, l'ASN vous demande de démontrer l'élimination pratique du risque de fusion des assemblages de combustible entreposés dans les piscines du bâtiment du combustible vis-à-vis du risque de chute accidentelle d'aéronefs de l'aviation générale, sans écarter ces situations sur la seule base d'une considération probabiliste.*

*Vous fournirez au plus tard en mars 2020 votre programme d'étude.*

---

<sup>10</sup> PFL : probabilité de foyer à développement limité.

### **B.5.5. Explosion**

L'instruction en cours dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe a mis en évidence un besoin de mise à jour de votre méthode et de vos études sur de nombreux points. Les questions soulevées à l'occasion de ce réexamen s'appliquent au quatrième réexamen des réacteurs de 1300 MWe.

**Demande n° 49 [900MWe-SUR37] : L'ASN vous demande de prendre en compte, dans la note de synthèse relative au risque d'explosion interne, les évolutions nécessaires de la démonstration de sûreté des réacteurs de 1300 MWe relatives aux risques liés à l'explosion, notamment pour ce qui concerne la structuration de la démarche de défense en profondeur, selon une approche proportionnée aux conséquences. L'ASN vous demande de préciser les engagements pris à l'issue de la réunion du groupe permanent d'experts pour les réacteurs de février 2019 qui seront applicables au quatrième réexamen des réacteurs de 1300 MWe.**

*Dans ce cadre, vous intégrerez plus particulièrement à vos études :*

- *la définition de la liste des cibles de sûreté à protéger d'une explosion ;*
- *la prise en compte des conséquences d'une explosion à la suite d'une fuite de dihydrogène hors singularités ;*
- *l'identification des scénarios pouvant conduire à une explosion interne aux circuits ;*
- *l'examen nécessaire des risques d'inversion de transfert liés à une perturbation des flux d'air ;*
- *l'approche retenue en cas de mise en évidence d'un risque de mode commun en cas d'explosion. En particulier, vous indiquerez si votre approche se fonde uniquement sur la prévention du risque d'explosion ou si vous étudiez les possibilités de mitigation ;*
- *l'identification des dispositions de maîtrise du risque d'explosion dont la défaillance conduirait à une augmentation importante du risque de fusion du cœur ;*
- *l'évaluation des effets d'une explosion d'hydrogène ou d'un évaporateur d'azote au niveau du parc à gaz sur les bâtiments présentant des cibles de sûreté.*

*L'ASN vous demande également d'intégrer à votre démonstration :*

- *la justification de votre capacité à atteindre durablement un état sûr du réacteur en cas d'explosion affectant des équipements, non redondants, nécessaires à ce repli ;*
- *les conséquences d'une explosion sur les cibles en champs proche des fuites de dihydrogène dans le bâtiment du réacteur.*

*Vous préciserez au plus tard en mars 2020 votre programme d'étude.*

### **B.5.6. Inondation interne**

Dans le cadre de l'orientation du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe, l'ASN vous a demandé la transmission de votre nouvelle méthodologie, ainsi que les notes de déclinaison associées. Vous avez prévu de transmettre une note de bilan fin 2020.

**Demande n° 50 [900MWe-SUR30] : L'ASN vous demande de transmettre les notes de déclinaison associées à votre méthodologie relative à l'inondation interne pour les réacteurs de 1300 MWe. Vous fournirez au plus tard en mars 2020 votre programme d'étude.**

**Demande n° 51 : L'ASN vous demande d'appliquer aux réacteurs de 1300 MWe les engagements que vous avez pris à l'issue de la réunion du groupe permanent d'experts pour les réacteurs consacrée aux agressions de mars 2019. En particulier dans le cadre de ce réexamen :**

- *vous étudierez, en complément des études déjà réalisées et sans considérer d'aggravant, les conséquences en termes d'inondation interne de la défaillance de lignes de purge de diamètre nominal inférieur ou égal à DN 25 en supposant une vanne de purge laissée ouverte ;*

- vous étudierez les conséquences d'une défaillance de siphon ;
- vous réviserez les études relatives au bâtiment du réacteur ;
- vous considérerez des scénarios d'inondation avec des délais opérateurs suffisamment importants pour tenir compte des difficultés de détection et de localisation précise des fuites, ainsi que d'identification des organes à manœuvrer afin de stopper rapidement la voie d'eau ; cette étude présentera, si nécessaire, des mesures d'aide au diagnostic, de formation et de sensibilisation du personnel dans ce domaine.

*Vous fournirez au plus tard en mars 2020 votre programme d'étude.*

#### **B.5.7. Inondation externe**

Les demandes formulées dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe concernant les étanchéités des bâtiments restent applicables.

**Demande n° 52 [900MWe-SUR25] : L'ASN vous demande, dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe :**

- de transmettre une synthèse des derniers contrôles réalisés au titre de la maintenance préventive sur les joints d'étanchéité inter-bâtiments ;
- de justifier l'intégrité des joints « waterstop » dont l'étanchéité est requise au titre de la protection volumétrique (îlot nucléaire, galeries, stations de pompage) en utilisant l'ensemble des relevés topographiques disponibles, et notamment les plus récents, et en contrôlant *in situ* l'état des joints « waterstop » accessibles et de transmettre l'ensemble des relevés topographiques disponibles relatifs aux bâtiments de l'îlot nucléaire, aux stations de pompage et aux galeries techniques.

*Vous fournirez au plus tard en mars 2020 votre programme d'étude.*

**Demande n° 53 [900MWe-SUR26] : Conformément à l'arrêté du 7 février 2012, l'ASN vous demande, dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe, de démontrer que les mastics et lames d'étanchéité permettent d'assurer l'étanchéité requise pour l'ensemble des sollicitations considérées (résistance aux poussées hydrodynamiques, etc.), notamment en transmettant :**

- le dossier de qualification de ces éléments ;
- la synthèse des derniers contrôles réalisés sur ces éléments.

*Vous fournirez au plus tard en mars 2020 votre programme d'étude.*

Par ailleurs, l'instruction des risques d'inondation externe dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe a mis en évidence que les valeurs que vous avez retenues sur les débits des cours d'eau en fonction du temps (hydrogrammes) en cas de rupture de barrage ne correspondent pas à celles prises en compte lors de la rédaction du guide de l'ASN relatif aux inondations [31].

**Demande n° 54 : L'ASN vous demande de majorer de 15 % la totalité des débits de l'hydrogramme issu de la propagation de l'onde de rupture de barrage.**

#### **B.5.8. Perte de la source froide**

De la même façon que pour les réacteurs de 900 MWe, l'ASN vous demande d'intégrer au quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe les demandes suivantes :

**Demande n° 55 [900MWe -SUR40] : L'ASN vous demande d'étudier les situations de perte totale de la source froide d'une centrale nucléaire en retenant, pour les paramètres dominants des calculs thermohydrauliques, la borne supérieure de l'intervalle de confiance à 95 % - les autres paramètres pouvant être pris à leur valeur nominale – et d'identifier, en fonction des nouveaux résultats obtenus, les éventuelles modifications nécessaires.**

*Vous fournirez au plus tard en mars 2020 votre programme d'étude.*

**Demande n° 56 [900MWe-SUR41] : L'ASN vous demande de définir des exigences adaptées dans le rapport de sûreté et dans les règles générales d'exploitation permettant de garantir le bon fonctionnement et la disponibilité des moyens nécessaires à la gestion des situations de perte totale de la source froide et de perte des alimentations électriques externes pour l'ensemble des réacteurs constituant une centrale nucléaire, en adéquation avec le rôle de ces moyens dans la démonstration de sûreté. Ces exigences devront être appliquées à tous les moyens que vous valorisez, y compris le cas échéant à ceux appartenant au noyau dur et aux moyens mobiles déployables en situation d'urgence.**

*Vous fournirez au plus tard en mars 2020 votre programme d'étude.*

### **B.5.9. Risques associés aux « grands chauds »**

Les hypothèses et les règles d'études des situations de « grands chauds » ont fait l'objet d'évolutions dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe, notamment à la suite de demandes formulées par l'ASN en 2013 [32]. Ces hypothèses et règles d'études ont également été examinées par le groupe permanent d'experts pour les réacteurs en février 2019 sur la base d'une expertise technique menée par l'IRSN.

L'ASN considère que vous devrez étudier l'impact des modifications que vous envisagez sur le fonctionnement des systèmes support (alimentations électriques, refroidissement, ventilations) et prévoir les renforcements éventuellement nécessaires.

***Demande n° 57 : L'ASN vous demande de préciser l'évolution des hypothèses et règles d'études relatives au référentiel « grands chauds » que vous envisagez de retenir à la suite de la réunion du groupe permanent d'experts pour les réacteurs de février 2019, dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe.***

***L'ASN vous demande par ailleurs d'intégrer à votre programme de travail :***

- une étude sur la nécessité de faire évoluer la définition de la température longue durée (TLD) ;***
- la quantification, d'une part des conservatismes retenus dans les études thermiques, d'autre part des incertitudes associées à l'utilisation du code de calcul ThBat (données d'entrée et modélisation) ;***
- l'identification des locaux à fort enjeux de sûreté, pour lesquels les marges entre les températures atteintes dans les locaux sont faibles (inférieure à 5 °C) par rapport à la température de disponibilité (Td) ou la température exceptionnelle (Tr) ou présentant des risques d'hétérogénéités de températures ;***
- l'étude de l'impact des modifications envisagées sur les systèmes support ;***
- la vérification du caractère suffisant de la puissance disponible des diesels en situations du référentiel « grands chauds ».***

***Vous fournirez au plus tard en mars 2020 votre programme d'étude.***

L'ASN considère que la méthode retenue pour réévaluer les températures du régime exceptionnel du référentiel « grands chauds » nécessite d'être améliorée au regard de l'évolution des connaissances.

***Demande n° 58 : L'ASN vous demande de considérer pour l'évaluation des températures du régime exceptionnel ( $T_E$  et  $T_{min}$ ), a minima :***

- ***une fréquence de dépassement annuelle de  $10^{-2}$  :***
  - ***une période de retour centennale (borne supérieure de l'intervalle de confiance à 70 %), permettant de couvrir l'évolution climatique jusqu'au prochain réexamen périodique du site,***
  - ***les tendances climatiques justifiées ;***
- ***des valeurs enveloppes du retour d'expérience pertinent pour chaque site.***

***Vous fournirez au plus tard en mars 2020 votre programme d'étude.***

À l'issue de la réunion du groupe permanent d'experts pour les réacteurs relative aux agressions de février 2019, vous vous êtes engagé [33] à étendre, à échéance de fin 2021, le référentiel « grands chauds » aux hypothèses des études thermiques associées aux situations du domaine complémentaire, en cohérence avec les règles d'étude applicables à ce domaine.

***Demande n° 59 : En l'absence d'éléments de démonstration du caractère extrêmement improbable d'un cumul d'une situation de températures du référentiel « grands chauds » et de situation de perte totale des sources électriques, l'ASN vous demande pour le quatrième réexamen des réacteurs de 1300 MWe de démontrer que les situations de perte totale des alimentations électriques peuvent être gérées a minima pour les températures extérieures du référentiel « grands chauds ».***

***De façon plus générale, vous définirez dans le cadre de ce réexamen les hypothèses de températures à considérer pour l'ensemble des situations du domaine complémentaire.***

***Vous fournirez au plus tard en mars 2020 votre programme d'étude.***

#### **B.5.10. Autres agressions**

Au cours de l'instruction de la thématique des agressions dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe, vous vous êtes engagé à compléter vos études relatives à certaines agressions.

***Demande n° 60 : L'ASN vous demande de lui indiquer au plus tard en mars 2020 les hypothèses retenues à l'issue des instructions menées dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe, ainsi que les éventuels engagements que vous avez pris et que vous intégrerez au quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe pour :***

- ***les émissions de projectiles internes ;***
- ***la foudre (objet de la demande [SUR27] [6]) ;***
- ***les tempêtes solaires (objet de la demande [SUR28] [6]) ;***
- ***les « grands vents » (objet de la demande [SUR39] [6]) ;***
- ***les « grands froids » ;***
- ***les risques de liés à l'environnement industriel et aux voies de communication.***

#### **B.6. Maîtrise des assemblages de combustible dans la piscine d'entreposage**

Par courrier en référence [4], l'ASN a rappelé que les études de réévaluation de la sûreté des piscines de d'entreposage des assemblages de combustible doivent être conduites au regard des objectifs de sûreté applicables aux nouveaux réacteurs et la possibilité d'étendre la durée du fonctionnement des réacteurs devra notamment être examinée au regard de l'élimination pratique du risque de fusion du combustible dans le bâtiment du combustible.

Des modifications matérielles et organisationnelles ont été réalisées dans le cadre du troisième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe et à la suite des évaluations complémentaires de sûreté, en particulier

en ce qui concerne la prévention du risque de vidange et les risques de perte de refroidissement de la piscine d'entreposage à la suite de certaines agressions.

Dans votre programme de travail relatif au quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe [1] vous prévoyez :

- de vérifier par une étude probabiliste que le risque de découverture des assemblages en piscine d'entreposage est « résiduel » ;
- d'étudier, au titre de la défense en profondeur, des améliorations en lien avec les principes de sûreté des réacteurs de troisième génération en ce qui concerne le retour du refroidissement de la piscine d'entreposage ;
- d'intégrer les modifications prévues pour répondre aux prescriptions de l'ASN relatives au noyau dur (modifications dites de phase 3) et associées à la gestion des situations de perte de refroidissement et de vidange accidentelle de la piscine d'entreposage. Par ailleurs, vous définirez la stratégie de gestion à long terme de la piscine d'entreposage en situation « noyau dur » dans le cadre de ce réexamen.

À ce titre, l'ASN considère que, dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe, l'objectif de sûreté devant être recherché à la suite d'une situation incidentelle ou accidentelle pour la piscine d'entreposage du combustible est notamment de retrouver un refroidissement pérenne de cette piscine.

***Demande n° 61 : L'ASN vous demande, pour le quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe, de retenir comme objectif pour tous les accidents affectant la piscine d'entreposage des assemblages de combustible (y compris ceux induits par une agression), l'absence de découverture des assemblages, et de ramener à terme et de maintenir durablement l'installation dans un état correspondant à une absence d'ébullition de l'eau de la piscine.***

***Vous fournirez au plus tard en mars 2020 votre programme d'étude.***

***Demande n° 62 : L'ASN vous demande par ailleurs d'évaluer les conséquences radiologiques d'une ébullition prolongée de la piscine.***

***Vous fournirez au plus tard en mars 2020 votre programme d'étude.***

En complément, l'ASN considère nécessaire, sur la base des dispositions que vous retiendrez à la suite de votre programme d'étude, que vous apportiez la démonstration de l'atteinte de l'objectif d'élimination pratique du risque de découverture des assemblages. L'ASN attire à cet égard votre attention sur le fait que l'élimination pratique ne peut se fonder sur le seul respect d'un critère probabiliste.

***Demande n° 63 : L'ASN vous demande, pour le quatrième réexamen de sûreté des réacteurs de 1300 MWe et au vu de votre programme d'étude, de démontrer l'atteinte de l'objectif de rendre extrêmement improbable avec un haut degré de confiance le découverture des assemblages en piscine dans le bâtiment combustible.***

***Vous fournirez au plus tard en mars 2020 votre programme d'étude.***

Par ailleurs, vous intégrerez à votre programme de travail les demandes complémentaires que l'ASN formulera dans le cadre de l'instruction des suites de la réunion du groupe permanent d'experts du 21 mars 2018 [13] relatives aux contrôles à effectuer sur le tube de transfert.

### ***B.7. Sûreté des bâtiments annexes de conditionnement et de traitement des effluents***

De la même façon que pour le quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe et dans la continuité de ce qui vous a été demandé dans le cadre du troisième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe,

vous réévaluerez vos études de sûreté associées aux bâtiments des auxiliaires de conditionnement et de traitement des effluents. Cette réévaluation devra tenir compte des conclusions et des demandes complémentaires qui seront formulées, à l'issue de l'instruction en cours, dans le cadre du troisième réexamen des réacteurs de 1300 MWe.

**Demande n° 64 [900MWe - SUR20] : L'ASN vous demande de *réévaluer*, au plus tard lors de la remise du premier rapport de conclusion du réexamen périodique, les parties relatives aux bâtiments annexes de conditionnement (BAC) et de traitement des effluents (BTE) du rapport de sûreté des réacteurs de 1300 MWe en présentant, avec un niveau de détail proportionné aux enjeux, les éléments suivants :**

- la description des installations et de l'ensemble des opérations pouvant s'y dérouler ;
- la description des substances radioactives présentes (inventaire avec les caractéristiques physiques et radiologiques des substances et estimation de la quantité maximale pouvant être présente) ;
- la liste, justifiée en fonction des opérations réalisées dans ces bâtiments, des scénarios retenus dans le cadre de la démarche déterministe prudente ;
- les dispositions de prévention et de détection des situations d'incident et d'accident associées à ces événements déclencheurs ;
- les dispositions de limitation des conséquences de ces situations d'incident et d'accident ;
- les exigences de sûreté associées à ces dispositions au regard des objectifs de sûreté (ou en lien avec les objectifs de sûreté) ;
- l'évaluation des conséquences radiologiques *des situations d'incident et accident, y compris quand ils résultent d'une agression*, au regard des scénarios de référence correspondant aux termes source des scénarios enveloppes.

*Vous fournirez au plus tard en mars 2020 votre programme d'étude.*

#### ***B.8. Limitation des conséquences radiologiques***

Dans le cadre des orientations du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe, vous avez prévu de vérifier ou de mettre à jour les études de conséquences radiologiques pour les d'accidents du domaine de dimensionnement, du domaine complémentaire et pour les études justificatives particulières. Vous visez notamment de tendre vers les objectifs radiologiques des réacteurs de troisième génération, à savoir des niveaux de conséquences radiologiques ne nécessitant pas la mise en œuvre des contre-mesures vis-à-vis de la protection des populations [34].

**Demande n° 65 [900MWe-SUR13] : L'ASN vous demande, dans le cadre de la mise à jour du rapport de sûreté, de justifier que l'impact radiologique de l'ensemble des accidents du domaine de dimensionnement, du domaine complémentaire et liés aux agressions est aussi faible que raisonnablement possible. Le cas échéant, vous proposerez des dispositions de conception ou d'exploitation de nature à réduire les conséquences radiologiques en cas d'accident.**

*Vous fournirez au plus tard en mars 2020 votre programme d'étude.*

Enfin, vous avez transmis en octobre 2017 une nouvelle méthode d'évaluation des conséquences radiologiques à partir de l'évaluation des rejets hors de l'installation. Vous avez mis en œuvre cette méthode pour le quatrième réexamen des réacteurs de 900 MWe pour les accidents du domaine de dimensionnement et du nouveau domaine complémentaire rénové, les agressions ainsi que les accidents graves. Cette méthode fait suite aux différentes instructions relatives aux conséquences radiologiques effectuées lors du troisième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe et de la demande de mise en service du réacteur EPR de Flamanville. L'instruction de cette méthode par l'ASN est en cours. Vous avez transmis des engagements par le courrier en référence [35].

***Demande n° 66 : Dans le cas où vous souhaiteriez utiliser la méthode d'évaluation des conséquences radiologiques utilisée pour le quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe, l'ASN vous demande de prendre en compte les demandes qui seront formulées dans le cadre de l'instruction de cette méthode. L'ASN vous demande également de mettre en œuvre dans le même temps les actions que vous avez d'ores et déjà retenues [35].***

***Vous fournirez au plus tard en mars 2020 votre programme d'étude.***

### ***B.9. Évaluations probabilistes de sûreté associées aux événements internes et aux agressions***

Les études probabilistes de sûreté (EPS) réalisées dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe ont notamment pour objectif :

- d'évaluer l'évolution du niveau de sûreté de l'installation à la suite du réexamen périodique ;
- de fournir des éléments complémentaires d'appréciation du bénéfice en termes de sûreté des modifications étudiées lors du réexamen ;
- de rechercher des modifications supplémentaires pertinentes.

Vous prévoyez une extension du périmètre couvert par les études probabilistes de sûreté actuelles. À cette fin, vous avez notamment prévu de réaliser les études probabilistes de sûreté supplémentaires suivantes :

- EPS relatives aux événements internes de niveau 1<sup>11</sup> pour le bâtiment du réacteur pour tous les états d'exploitation ;
- EPS relatives aux événements internes de niveau 2<sup>12</sup> visant à évaluer les probabilités de rejets sur la base des résultats de l'EPS de niveau 1 ;
- EPS relatives à certaines agressions internes et externes de niveau 1 et de niveau 2.

***Demande n° 67 : L'ASN vous demande de transmettre les documents de synthèse relatifs aux EPS de niveau 1 relatives aux événements internes pour le bâtiment réacteur (BR) et le bâtiment combustible (BK) dans des délais compatibles avec leur instruction dans le cadre de la phase générique du quatrième réexamen des réacteurs de 1300 MWe.***

***En particulier, l'ASN vous demande de préciser le périmètre de couverture des études envisagées (notamment vis-à-vis de l'état de référence et des dispositions post-Fukushima prises en compte), ainsi que la méthode de traitement des évolutions du domaine de couverture des EPS de niveau 1 résultant des engagements pris dans le cadre du second réexamen périodique des réacteurs de 1450 MWe (notamment le couplage BR/BK dans le domaine d'exploitation APR). Par ailleurs, l'ASN vous demande de prendre en compte les initiateurs liés à la perte de ventilation, en particulier pour les locaux électriques.***

***Vous fournirez au plus tard en mars 2020 votre programme d'étude.***

***Demande n° 68 : L'ASN vous demande d'anticiper et d'échelonner la transmission des documents de synthèse relatifs aux EPS relatives aux agressions internes afin de permettre leur instruction dans le cadre de la phase générique du quatrième réexamen des réacteurs de 1300 MWe. En particulier, l'ASN vous demande d'anticiper la transmission des notes de méthodes ou des compléments méthodologiques relatifs aux études des agressions internes.***

---

<sup>11</sup> Les EPS de niveau 1 quantifient le risque de fusion du cœur.

<sup>12</sup> Les EPS de niveau 2 quantifient le risque de rejets radioactifs dans l'environnement.



En complément de ce programme de travail, l'ASN considère que les risques d'accidents affectant simultanément le bâtiment du réacteur et le bâtiment du combustible doivent être modélisés et quantifiés et les enseignements de ces EPS doivent être formalisés.

***Demande n° 69 : L'ASN vous demande, dans le cadre des études probabilistes de sûreté de niveau 1 et de l'évaluation réaliste des rejets des séquences pour l'EPS de niveau 2, d'évaluer les dépendances entre le bâtiment du réacteur et le bâtiment du combustible, en tenant compte notamment des systèmes partagés comme les réserves d'eau et les sources électriques et des facteurs humains, et d'en tirer les enseignements.***

***Vous fournirez au plus tard en mars 2020 votre programme d'étude.***

***Demande n° 70 : L'ASN vous demande, dans le cadre des études probabilistes de sûreté de niveau 1 et 2 relatives aux événements internes et aux agressions, d'établir une note sur les enseignements que vous tirez. Pour statuer sur la pertinence des dispositions que vous prévoyez au cours du réexamen, vous explicitez les évolutions associées aux fréquences d'occurrence, en précisant les gains liés aux modifications matérielles ou d'exploitation éventuelles.***

***Vous fournirez au plus tard en mars 2020 votre programme d'étude.***

### **B.9.1. EPS relatives aux événements internes de niveau 1 (EPS1)**

Les études probabilistes de sûreté relatives aux événements internes de niveau 1 visent à évaluer pour la chaudière nucléaire les risques de fusion du cœur et pour la piscine d'entreposage les risques de fusion du combustible.

À cette fin, vous avez prévu de :

- mettre à jour le modèle d'EPS de niveau 1 relatif aux événements internes pour le bâtiment du réacteur, en prenant notamment en compte le retour d'expérience des dernières années pour les données de fiabilité des matériels modélisés ;
- mettre à jour le modèle d'EPS de niveau 1 relatif aux événements internes pour la piscine d'entreposage du combustible, en prenant notamment en compte le retour d'expérience des dernières années pour les données de fiabilité des matériels modélisés ;
- fournir un bilan de l'évolution du risque pour le bâtiment du réacteur et le bâtiment d'entreposage du combustible usé.

Toutefois, l'ASN rappelle que la règle fondamentale de sûreté (RFS) n° 2002-01 [36] indique que **l'évaluation de l'évolution de la fréquence globale de fusion du cœur par rapport au réexamen précédent est à compléter par une analyse des principales contributions à la fréquence de fusion du cœur.**

Lors de la phase d'orientation du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe [37], vous vous étiez engagé à prendre en compte les enseignements de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima. Vous aviez notamment pris l'engagement de réaliser une analyse spécifique des situations de perte de source froide et d'alimentation électrique de long terme et affectant plusieurs réacteurs d'un même site (situations H1 et H3 de site). L'ASN considère que ce point doit faire l'objet d'une étude pour le quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe.

***Demande n° 71 : L'ASN vous demande, dans le cadre des études probabilistes de sûreté de niveau 1 de prendre en compte les scénarios de perte de longue durée des sources électriques et de la source froide ainsi que de prendre en compte des événements déclencheurs de perte de sources électriques et de la source froide affectant plusieurs réacteurs d'un même site.***

***Vous fournirez au plus tard en mars 2020 votre programme d'étude.***

***Demande n° 72 : L'ASN vous demande d'indiquer, à l'issue de la réunion du groupe permanent d'experts pour les réacteurs consacrée en 2019 aux études probabilistes de sûreté (EPS) et au plus tard en mars 2020, les engagements que vous aurez pris sur les études probabilistes de sûreté de niveau 1 relatives aux réacteurs de 900 MWe qui seront applicables aux réacteurs de 1300 MWe.***

### **B.9.2. EPS relatives aux événements internes de niveau 2 (EPS2)**

Une étude probabiliste de niveau 2 (EPS2) a pour objectif d'évaluer la nature, l'importance et les fréquences des rejets radioactifs dans l'environnement dans les situations accidentelles.

Dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe, vous avez prévu de :

- mettre à jour le modèle de l'étude probabiliste de sûreté de niveau 2 (EPS2) relatif aux événements internes pour le bâtiment du réacteur, en prenant notamment en compte le retour d'expérience des dernières années pour les données de fiabilité des matériels modélisés ;
- fournir un bilan permettant d'éclairer l'évolution du risque de rejets radioactifs dans l'environnement dans les situations accidentelles.

Vous indiquez dans votre dossier d'orientation que vous n'évaluez que la nature et la fréquence des rejets. L'ASN considère que les évaluations des rejets sont nécessaires à l'utilisation des études probabilistes de sûreté de niveau 2. L'évaluation des rejets fait d'ailleurs partie des recommandations de la règle fondamentale de sûreté en référence [36].

Cette démarche d'évaluation des rejets permettra de situer le niveau de sûreté des réacteurs de 1300 MWe au regard des objectifs des réacteurs de troisième génération, notamment ceux fixés par l'association WENRA.

***Demande n° 73 : L'ASN vous demande, dans le cadre des études probabilistes de sûreté, d'évaluer les rejets issus de l'ensemble des séquences étudiées, qu'elles soient avec ou sans fusion du combustible.***

***Vous fournirez au plus tard en mars 2020 votre programme d'étude.***

***Demande n° 74 : L'ASN vous demande d'indiquer, à l'issue de la réunion du groupe permanent d'experts pour les réacteurs consacrée en 2019 aux études probabilistes de sûreté (EPS) et au plus tard en mars 2020, les engagements que vous aurez pris sur les études probabilistes de sûreté de niveau 2 relatives aux réacteurs de 900 MWe qui seront applicables aux réacteurs de 1300 MWe.***

### **B.9.3. Évaluations probabilistes de sûreté associées aux agressions**

Dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe, vous proposez d'examiner la mise à jour des études probabilistes de sûreté de niveau 1 relatives au risque d'incendie et d'inondation pour mars 2022. Vous prévoyez également pour cette même date, de développer une étude probabiliste de sûreté de niveau 1 relative au risque d'explosion. Vous prévoyez de valoriser dans ces études probabilistes de sûreté les modifications que vous prévoyez de déployer au cours du réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe.

Concernant les agressions externes, vous prévoyez de réaliser des études probabilistes de sûreté de niveau 1 et 2 vis-à-vis du risque de séisme. Selon la démarche utilisée dans le cadre du réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe, vous prévoyez de réaliser, pour mars 2022, une étude probabiliste de sûreté pour un des sites considérés comme les plus sujets à un risque de séisme. Pour les autres sites, les EPS seront transmis un an avant la visite décennale.

Enfin, pour les autres agressions externes, vous prévoyez, pour mars 2020, de réaliser une analyse de type « screening » de l'ensemble des agressions plausibles pour chaque site afin de déterminer, sur la base de critères explicites et en considérant l'état de l'art international en la matière, les sites et les agressions pour lesquels une analyse probabiliste pourrait être lancée. Sur la base de cette analyse, vous proposerez, en mars 2021, un programme de travail concernant le développement d'études probabilistes de sûreté relatives aux agressions naturelles externes ou d'études de robustesse.

Ce programme de travail n'appelle pas, à ce stade, de remarques de l'ASN.

***Demande n° 75 : L'ASN vous demande d'indiquer, à l'issue de la réunion du groupe permanent d'experts pour les réacteurs consacrée en 2019 aux études probabilistes de sûreté et au plus tard en mars 2020, les engagements que vous aurez pris sur les études probabilistes de sûreté associées aux agressions relatives aux réacteurs de 900 MWe qui seront applicables aux réacteurs de 1300 MWe.***

#### ***B.10. Noyau dur***

Au-delà des éléments portant sur le noyau dur que vous avez transmis pour les réacteurs de 900 MWe applicables aux réacteurs de 1300 MWe (durée de mission du noyau dur, démarche de qualification, utilisation des diesels d'ultime secours et sources d'eau ultimes...), vous prévoyez de transmettre en 2019 et 2021 différents livrables portant sur le noyau dur :

- la description de la conduite « noyau dur » ;
- la liste des systèmes, structures et composants du noyau dur ;
- le programme de justification de la robustesse des matériels du noyau dur aux agressions.

Les dispositions de mitigation du noyau dur seront intégrées aux livrables relatifs aux accidents avec fusion du cœur prévus de 2019 à 2021.

***Demande n° 76 : L'ASN vous demande de lui transmettre au plus tard en mars 2020 le programme consolidé des études et éléments prévus pour le noyau dur des réacteurs de 1300 MWe, en particulier pour la qualification des équipements nouveaux prévus.***

#### ***B.11. Risques non radiologiques***

Pour le réexamen des risques non radiologiques, votre document d'orientation [1] prévoit d'évaluer l'acceptabilité des risques d'accident par « une grille de hiérarchisation des risques inspirée du domaine des ICPE ». Selon votre référentiel, votre objectif de sûreté est le suivant : « *L'exigence de sûreté associée à un accident ayant des effets non radiologiques par voie aérienne [à savoir les effets toxiques, thermiques et de surpression] est de démontrer que le couple (gravité, probabilité) associé à cet accident est acceptable ou tolérable suivant une grille d'appréciation issue de la circulaire du 10 mai 2010* ».

L'ASN considère que cet objectif est en retrait par rapport aux pratiques rencontrées dans les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) exploitées en dehors du secteur nucléaire, qui définissent une méthodologie de référence pour la réalisation des études de danger.

***Demande n° 77 : L'ASN vous demande de réviser vos objectifs de sûreté de façon à ce que les accidents potentiels correspondant à un risque « tolérable » dans votre grille de hiérarchisation des risques soient analysés de façon systématique. Cette analyse devra vous conduire à définir toutes les mesures de maîtrise du risque envisageables et à mettre en œuvre celles dont le coût n'est pas disproportionné par rapport aux bénéfices attendus. Vous fournirez au plus tard en mars 2020 votre programme d'étude.***

Dans la démonstration de sûreté des risques non radiologiques, les effets des fumées d'incendie sont évalués avec des outils de modélisation donnant des résultats à une distance forfaitaire de 500 m. Cependant, les potentiels de danger pouvant conduire à la dispersion de fumées d'incendie peuvent se situer à des distances inférieures à 500 m des limites du site. L'ASN considère que l'utilisation de ces outils de modélisation ne permet pas de garantir une analyse exhaustive et pertinente des risques des fumées d'incendie.

***Demande n° 78 : L'ASN vous demande, conformément à l'article 3.8 de l'arrêté [8], d'évaluer les effets toxiques des fumées d'incendie avec des outils de modélisation qualifiés permettant de calculer les distances des effets depuis l'origine du point de rejet.***

***Vous fournirez au plus tard en mars 2020 votre programme d'étude.***

### ***B.12. Maîtrise des activités d'exploitation et facteurs organisationnels et humains***

L'ASN vous demande d'évaluer, dans le cadre du réexamen périodique, votre maîtrise des activités d'exploitation des réacteurs nucléaires de 1300 MWe au regard de la protection des intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement.

À cet effet, vous définirez un programme d'étude permettant de vous prononcer sur la capacité des systèmes sociotechniques complexes associés à vos installations nucléaires à faire face à la diversité des situations réelles d'exploitation.

Afin de tirer parti du caractère standardisé de vos réacteurs, vous avez élaboré et développé de nombreuses démarches de standardisation (standardisation des organisations, des procédures, des outils, des comportements humains, ...). Par conséquent, l'ASN vous demande d'inclure dans votre programme d'étude l'analyse de l'impact de ces démarches sur votre maîtrise des activités d'exploitation.

Par ailleurs, votre stratégie industrielle induit aussi des contraintes sur les activités d'exploitation, dont il conviendra de tenir en compte.

***Demande n° 79 : L'ASN vous demande d'évaluer la capacité des systèmes sociotechniques complexes associés à vos installations nucléaires à faire face à la diversité des situations réelles d'exploitation. Vous incluez dans votre programme d'étude l'analyse de l'impact des démarches de standardisation ainsi que de votre stratégie industrielle sur cette capacité.***

***Vos études devront s'appuyer sur un diagnostic, qui portera sur les activités d'exploitation, dont les activités concourant à la maîtrise de la conformité, et les organisations support. Votre programme d'étude inclura, le cas échéant, les pistes de progrès.***

***Vous fournirez au plus tard en mars 2020 le programme d'étude ainsi défini.***

### ***B.13. Actes de malveillance***

L'article R. 593-18 du code de l'environnement dispose que le rapport de sûreté décrit l'ensemble des accidents pouvant intervenir sur l'installation, que leur cause soit d'origine interne ou externe, y compris la nature et l'étendue des conséquences d'actes de malveillance étudiés en application du chapitre III du titre III du livre III de la première partie du code de la défense. L'arrêté du 7 février 2012 [8] précise à ce sujet, dans ses articles 3.5 et 3.6, que les conséquences sur l'installation des actes de malveillance sont des événements déclencheurs à traiter dans la démonstration de sûreté en tant qu'agression interne et externe.

L'article L. 593-18 du code de l'environnement dispose que le réexamen périodique doit permettre « d'actualiser l'appréciation des risques ». Vous ne prévoyez pas de réévaluation de la démonstration de sûreté relative aux conséquences des actes de malveillance. L'ASN considère que vous devez présenter, dans le cadre de ce

réexamen, les études et les dispositions relatives à la maîtrise des conséquences des accidents pouvant résulter d'éventuels actes de malveillance non écartés.

***Demande n° 80 : L'ASN vous demande d'ajouter un livrable complémentaire à votre programme de travail relatif à la maîtrise des conséquences des accidents pouvant résulter d'éventuels actes de malveillance non écartés.***

***Vous fournirez au plus tard en mars 2020 votre programme d'étude.***

#### ***B.14. Réévaluation des inconvénients***

Pour le réexamen des inconvénients, la démarche que vous avez proposée et mise à jour en 2018 comporte encore des lacunes et ne prend pas en compte l'ensemble des demandes formulées par l'ASN en 2017 [38].

***Demande n° 81 : L'ASN vous demande, pour mars 2020 au plus tard, de modifier votre dossier d'orientation du réexamen relatif aux inconvénients [10] afin de :***

- ***produire la liste des équipements et des activités dont la conformité sera examinée, étant entendu que tous les équipements pertinents concourant à la protection des intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 devront être concernés ;***
- ***préciser dans l'analyse de la conformité les textes réglementaires et les référentiels internes pris en compte ;***
- ***présenter et justifier le programme de vérification in situ ;***
- ***présenter et justifier les modalités de traitement des éventuels écarts détectés ;***
- ***prévoir que les rapports de conclusion de réexamen détailleront les résultats des contrôles de conformité réalisés et les actions associées ;***
- ***compléter la méthodologie d'analyse de l'état chimique et radiologique de l'environnement portant sur l'installation et son voisinage, par la description de l'environnement du site, la précision des substances chimiques ou radioactives recherchées, l'élargissement de la zone dans laquelle la qualité des sols est évaluée, les critères de décision de mise en œuvre d'une campagne de mesure, la méthodologie d'acquisition des données sur l'état des sols, et la méthodologie de définition des zones nécessitant des mesures de gestion.***

Pour les troisièmes réexamens périodiques des réacteurs de 1300 MWe, votre démarche se décline au niveau de chaque site en déterminant une installation de référence, définie en application de la décision de l'ASN du 16 juillet 2013 [39]. Cette installation de référence correspond au premier réacteur de chaque site devant remettre son rapport de conclusion de réexamen, et permet de mutualiser certaines études environnementales.

***Demande n° 82 : L'ASN vous demande de confirmer au plus tard en mars 2020 la déclinaison de votre démarche au niveau de chaque site avec la définition d'une installation de référence, pour le quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe. Le cas échéant, vous confirmerez que les installations de référence ainsi définies sont les mêmes que celles définies lors des troisièmes réexamens périodiques.***

L'article 1.3.1 de la décision de l'ASN du 16 juillet 2013 [39] dispose que « *l'exploitant réalise périodiquement une analyse des performances des moyens de prévention et réduction des impacts et nuisances engendrés par l'installation nucléaire de base au regard de l'efficacité des meilleures techniques disponibles en évaluant notamment les différences de performances [...]* ». En application de la directive européenne relative aux émissions industrielles [40], la Commission européenne a défini pour certaines installations et activités industrielles différents documents de référence décrivant les meilleures techniques disponibles. L'ASN considère nécessaire que vous les preniez en compte dans le cadre du réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe.

***Demande n° 83 : L'ASN vous demande d'analyser les performances de vos installations et de vos activités par rapport aux meilleures techniques disponibles définies par la Commission européenne en application de la directive relative aux émissions industrielles [40] et de prendre position sur l'intérêt de les mettre en œuvre. Notamment, vous prendrez en compte les conclusions de la Commission européenne sur les meilleures techniques disponibles définies pour les systèmes de traitement et de gestion des effluents aqueux et gazeux [41] et pour la gestion des déchets [42], mais également du « BREF » (Best REFerence) relatif aux systèmes de refroidissement industriel [43]. Vous transmettez au plus tard en mars 2020 votre programme d'étude.***

L'étude d'impact d'un site est actuellement constituée de plusieurs documents constituant des mises à jour partielles consécutives à des modifications successives des conditions d'exploitation des matériels ou encore de l'évolution de prescriptions de l'ASN applicables à l'installation. EDF a défini un processus de « tenue à jour » permettant d'aboutir, tous les dix ans, à une étude d'impact globale couvrant l'ensemble des évolutions de l'installation, de ses conditions d'exploitation et des évolutions de son environnement. L'article R. 122-5 du code de l'environnement a modifié le contenu des nouvelles études d'impact et constitue ainsi la meilleure pratique en la matière.

***Demande n° 84 : L'ASN vous demande de mettre à jour, dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe, les études d'impact de vos centrales nucléaires à l'aune des exigences des articles R. 122-5 et R. 593-17 du code de l'environnement. Ces études d'impact devront être transmises lors de la remise des rapports de conclusion de réexamen.***

Vous veillerez notamment :

- à consolider les mises à jour réalisées par le passé sous la forme prévue par les articles R. 122-5 et R. 593-17 du code de l'environnement ;
- à tenir compte de l'évolution de l'état des connaissances, notamment en matière d'évaluation des impacts des rejets des installations et d'évolution de l'environnement du site ;
- à décrire le cumul des incidences avec les autres activités existantes, notamment le cumul des incidences des centrales nucléaires situées sur un même fleuve ;
- à décrire l'incidence de l'installation sur le climat et sa vulnérabilité au changement climatique, notamment en ce qui concerne les rejets thermiques, la gestion des rejets liquides et l'utilisation de la ressource en eau.

Vous pourrez fonder vos études sur des données et analyses existantes quand celles-ci sont encore pertinentes, en particulier quand vous avez évalué certains impacts sur l'environnement lors de modifications récentes. Les éléments descriptifs de l'état de l'environnement pourront être reconduits sans évolution.

**Références**

- [1] Note d'étude EDF D455617211135 du 11 juillet 2017 relative au dossier d'orientation du réexamen périodique VD4 1300
- [2] Lettre EDF DPI du 29 janvier 2009
- [3] Lettre EDF DIN du 17 mars 2009
- [4] Lettre ASN CODEP-DCN-2013-013464 du 28 juin 2013 relative au programme générique proposé par EDF pour la poursuite de fonctionnement des réacteurs en exploitation au-delà de leur quatrième réexamen de sûreté
- [5] Directive 2014/87/Euratom du Conseil du 8 juillet 2014 modifiant la directive 2009/71/Euratom établissant un cadre communautaire pour la sûreté nucléaire des installations nucléaires
- [6] Lettre ASN CODEP-DCN-2016-007286 du 15 avril 2016 relative aux orientations génériques du réexamen périodique associé aux quatrième visites décennales des réacteurs de 900 MWe (VD4-900)
- [7] Guide de l'ASN n° 21 du 6 janvier 2015 relatif au traitement des écarts de conformité à une exigence définie pour un élément important pour la protection (EIP)
- [8] Arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base
- [9] Report WENRA, Safety Reference Levels for Existing Reactors, 24th September 2014
- [10] Note d'étude EDF D305615003362 du 6 février 2018 relative au dossier d'orientation du réexamen périodique spécifique aux inconvénients (DOR-I)
- [11] Guide de l'ASN n° 22 du 18 juillet 2017 relatif à la conception des réacteurs à eau sous pression
- [12] Lettre ASN CODEP-DEP-2015-042999 du 13 avril 2016 relative à la tenue en service des cuves des réacteurs de 1300 MWe pendant la période décennale suivant les troisième visites décennales
- [13] Avis du groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires CODEP-MEA-2018-018336 du 17 avril 2018 relatif au vieillissement des systèmes, structures et composants (SSC)
- [14] Lettre ASN CODEP-DCN-2014-057768 du 8 janvier 2015 relative aux études de sûreté et à la mise à jour de la démonstration de sûreté dans le cadre du réexamen périodique associé à la troisième visite décennale des réacteurs de 1300 MWe
- [15] Avis de l'IRSN n° 2019-00002 relatif à l'analyse des études d'accidents associées au quatrième réexamen de sûreté des réacteurs de 900 MWe (VD4 900 MWe)
- [16] Lettre ASN CODEP-DCN-2016-036888 du 16 décembre 2016 relative à la méthode totalement couplée en trois dimensions (MTC 3D) pour l'étude de l'accident de rupture de tuyauterie vapeur (RTV)
- [17] Lettre ASN CODEP-DCN-2018-021074 du 15 mai 2018 relative à l'accident de dilution homogène en puissance
- [18] Note d'étude EDF D455617307787 du 05 septembre 2018 relative aux réponses aux objectifs du quatrième réexamen périodique du palier 900 MWe
- [19] Décision n° 2014-DC-0394 de l'ASN du 21 janvier 2014 fixant à EDF des prescriptions complémentaires applicables au site électronucléaire de Belleville-sur-Loire (Cher) au vu de l'examen du dossier présenté par l'exploitant conformément à la prescription (ECS-1) de la décision n° 2012-DC-0274 du 26 juin 2012 de l'ASN
- [20] Décision n° 2014-DC-0397 de l'ASN du 21 janvier 2014 fixant à EDF des prescriptions complémentaires applicables au site électronucléaire de Cattenom (Moselle) au vu de l'examen du dossier présenté par l'exploitant conformément à la prescription (ECS-1) de la décision n° 2012-DC-0277 du 26 juin 2012 de l'ASN

- [21] Décision n° 2014-DC-0403 de l'ASN du 21 janvier 2014 fixant à EDF des prescriptions complémentaires applicables au site électronucléaire de Flamanville (Manche) au vu de l'examen du dossier présenté par l'exploitant conformément à la prescription (ECS-1) de la décision n° 2012-DC-0283 du 26 juin 2012 de l'ASN
- [22] Décision n° 2014-DC-0405 de l'ASN du 21 janvier 2014 fixant à EDF des prescriptions complémentaires applicables au site électronucléaire de Golfech (Tarn-et-Garonne) au vu de l'examen du dossier présenté par l'exploitant conformément à la prescription (ECS-1) de la décision n° 2012-DC-0285 du 26 juin 2012 de l'ASN
- [23] Décision n° 2014-DC-0407 de l'ASN du 21 janvier 2014 fixant à EDF des prescriptions complémentaires applicables au site électronucléaire de Nogent-sur-Seine (Aube) au vu de l'examen du dossier présenté par l'exploitant conformément à la prescription (ECS-1) de la décision n° 2012-DC-0287 du 26 juin 2012 de l'ASN
- [24] Décision n° 2014-DC-0408 de l'ASN du 21 janvier 2014 fixant à EDF des prescriptions complémentaires applicables au site électronucléaire de Paluel (Seine-Maritime) au vu de l'examen du dossier présenté par l'exploitant conformément à la prescription [ECS-1] de la décision n° 2012-DC-0288 du 26 juin 2012 de l'ASN
- [25] Décision n° 2014-DC-0409 de l'ASN du 21 janvier 2014 fixant à EDF des prescriptions complémentaires applicables au site électronucléaire de Penly (Seine-Maritime) au vu de l'examen du dossier présenté par l'exploitant conformément à la prescription (ECS-1) de la décision n° 2012-DC-0289 du 26 juin 2012 de l'ASN
- [26] Décision n° 2014-DC-0410 de l'ASN du 21 janvier 2014 fixant à EDF des prescriptions complémentaires applicables au site électronucléaire de Saint-Alban/Saint-Maurice (Isère) au vu de l'examen du dossier présenté par l'exploitant conformément à la prescription [ECS-1] de la décision n° 2012-DC-0290 du 26 juin 2012 de l'ASN
- [27] Lettre ASN CODEP-DCN-2017-014451 du 19 juillet 2017 relative à la maîtrise des accidents graves (« noyau dur » post-Fukushima et durée de fonctionnement des réacteurs)
- [28] Lettre ASN CODEP-DCN-2014-018653 du 18 juillet 2014 relative au référentiel criticité
- [29] Lettre ASN Dep-DCN-0293-2007 du 27 août 2007 relative au référentiel criticité
- [30] Règle fondamentale de sûreté n° I.2.A du 5 août 1980 relative à la prise en compte des risques liés aux chutes d'avions
- [31] Guide de l'ASN n°13 du 8 janvier 2013 relatif à la protection des installations nucléaires de base contre les inondations externes
- [32] Lettre ASN CODEP-DCN-2012-068588 du 9 janvier 2013 relative au référentiel « Grands Chauds »
- [33] Projet d'action AGR-PR-III-17 mentionné dans l'annexe de la lettre EDF D455618106838 du 11 janvier 2019 relative aux projets de Position / Action aux projets de recommandation et d'observation du projet de rapport IRSN
- [34] Décision n° 2009-DC-0153 de l'ASN du 18 août 2009 relative aux niveaux d'intervention en situation d'urgence radiologique
- [35] Lettre EDF D455618093990 du 7 décembre 2018 relative à l'instruction de la méthodologie d'évaluation des conséquences radiologiques proposée à partir du 4<sup>ème</sup> réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe – Positions et actions d'EDF
- [36] Règle fondamentale de sûreté n° 2002-01 relative à l'utilisation des études probabilistes pour la sûreté des installations nucléaires de base
- [37] Note d'étude EDF EMESN130349 du 24 janvier 2014 relative au dossier d'orientation du réexamen de sûreté VD4 900
- [38] Lettre ASN CODEP-DCN-2017-010474 du 5 juillet 2017 relative au dossier d'orientation du volet « inconvénients » du réexamen périodique des INB d'EDF
- [39] Décision n° 2013-DC-0360 de l'ASN du 16 juillet 2013 relative à la maîtrise des nuisances et de l'impact sur la santé et l'environnement des installations nucléaires de base
- [40] Directive n° 2010/75/UE du 24 novembre 2010 relative aux émissions industrielles



- [41] Décision d'exécution (UE) 2016/902 de la Commission du 30 mai 2016 établissant les conclusions sur les meilleures techniques disponibles (MTD) pour les systèmes communs de traitement/gestion des effluents aqueux et gazeux dans le secteur chimique, au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil
- [42] Décision d'exécution (UE) 2018/1147 de la Commission du 10 août 2018 établissant les conclusions sur les meilleures techniques disponibles (MTD) pour le traitement des déchets, au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil
- [43] Document de référence sur les meilleures techniques disponibles relatif aux systèmes de refroidissement industriels, décembre 2001
- [44] Lettre ASN CODEP-DCN-2013-052468 du 18 novembre 2013 relative aux risques de dilution homogène
- [45] Lettre ASN CODEP-DCN-2019-010454 du 27 mai 2019 relative aux critères de tenue du combustible des réacteurs à eau sous pression
- [46] Bilan des garanties du 11 juin 2019 relatif à la concertation sur l'amélioration de la sûreté des réacteurs de 900MW du parc nucléaire français dans le cadre de leur quatrième réexamen périodique
- [47] Avis du groupe permanent « Réacteurs » CODEP-MEA-2019-023409 du 22 mai 2019 relatif aux orientations des quatrième réexamens périodiques des réacteurs de 1300 MWe
- [48] Arrêté du 10 novembre 1999 modifié relatif à la surveillance de l'exploitation du circuit primaire principal et des circuits secondaires principaux des réacteurs nucléaires à eau sous pression